



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Irányítástechnika és Informatika Tanszék

Kiszolgálók üzemeltetése nagyvállalati környezetben és kapcsolódó szoftverek fejlesztése

SZAKDOLGOZAT

Készítette
Főglein Simon István

Konzulens
dr. Somogyi Péter

2024. április 7.

Tartalomjegyzék

Kivonat	i
Abstract	ii
1. Bevezetés	1
1.1. Nagyvállalati környezetek ismertetése	1
1.2. Virtualizáció	3
1.2.1. Népszerű virtualizációs technológiák	4
1.2.2. Virtuális gépek használatának néhány előnye	4
1.2.2.1. Erőforrások testreszabása	4
1.2.2.2. Snapshotok	5
1.2.2.3. Migráció	5
1.2.3. Teljes virtualizáció és paravirtualizáció összehasonlítása	5
1.2.4. Konténerizáció	5
1.3. Logikai kötetkezelés	5
1.3.1. Snapshotok, mentések készítése	5
2. Technológiák ismertetése // Technológiai áttekintés	6
3. Saját munka bemutatása	7
3.1. Kialakítani kívánt környezet meghatározása	7
3.2. Fizikai gép ismertetése	7
3.3. Operációs rendszer	7
3.3.1. Debian, Ubuntu	8
3.3.2. SUSE	8
3.4. Gépmenedzsment: Salt	8
3.4.1. Más hasonló megoldások	8
3.5. Monitoring	8
3.6. Továbbfejlesztési lehetőségek	8
Köszönnetnyilvánítás	9
Irodalomjegyzék	10

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott *Főglein Simon István*, szigorló hallgató kijelentem, hogy ezt a szakdolgozatot meg nem engedett segítség nélkül, saját magam készítettem, csak a megadott forrásokat (szakirodalom, eszközök stb.) használtam fel. minden olyan részt, melyet szó szerint, vagy azonos értelemben, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával megjelöltem.

Hozzájárulok, hogy a jelen munkám alapadatait (szerző(k), cím, angol és magyar nyelvű tartalmi kivonat, készítés éve, konzulens(ek) neve) a BME VIK nyilvánosan hozzáférhető elektronikus formában, a munka teljes szövegét pedig az egyetem belső hálózatán keresztül (vagy autentikált felhasználók számára) közzétegye. Kijelentem, hogy a benyújtott munka és annak elektronikus verziója megegyezik. Dékáni engedéllyel titkosított diplomatervek esetén a dolgozat szövege csak 3 év eltelte után válik hozzáférhetővé.

Budapest, 2024. április 7.

Főglein Simon István
hallgató

Kivonat

Jelen dokumentum egy diplomaterv sablon, amely formai keretet ad a BME Villamosmérnöki és Informatikai Karán végző hallgatók által elkészítendő szakdolgozatnak és diplomaternevnek. A sablon használata opcionális. Ez a sablon L^AT_EX alapú, a *TeXLive* T_EX-implementációval és a PDF-L^AT_EX fordítóval működőképes.

Abstract

This document is a L^AT_EX-based skeleton for BSc/MSc theses of students at the Electrical Engineering and Informatics Faculty, Budapest University of Technology and Economics. The usage of this skeleton is optional. It has been tested with the *TeXLive* T_EX implementation, and it requires the PDF-L^AT_EX compiler.

1. fejezet

Bevezetés

Napjainkban az informatika és az internet életünk szerves részévé vált. A számos szolgáltatás folyamatos rendelkezésre állásának biztosítása és a megnövekedett forgalom kiszolgálása jó néhány új technológia kifejlesztését követelte meg.

Dolgozatomban elsősorban egy általános képet szeretnék adni arról, hogy milyen üzemeltetési kihívásokkal kell szembenéznünk, ha egy ilyen szolgáltatás működtetésébe vágjuk a fejszénket. Értekezésemben nem fogok kitérni bizonyos infrastrukturális hátterekre – mint például a kiszolgálók folyamatos energiaellátásának biztosítása –, ezeket adottnak fogom tekinteni, hiszen ezt egy adatközpontban bérelt hely esetén sem magunknak kell biztosítanunk. A következőkben sokkal inkább az informatikai lehetőségek tárgyalására fogom helyezni a hangsúlyt: hogyan tudunk hatékonyan üzemeltetni több kiszolgálót, milyen módon lehet biztosítani a szolgáltatásaink lehető legnagyobb rendelkezésre állását, és hogyan védhetjük meg adatainkat egy esetlegesen félresikerült rendszerfrissítést követően. Mindezt egy kisebb volumenű tesztrendszerben is be fogom mutatni.

1.1. Nagyvállalati környezetek ismertetése

A vállalatok egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek az informatikai rendszereik fejlesztésére és karbantartására, üzemeltetésére. Az ezek által nyújtott szolgáltatások sok esetben jelentős könnyebbéget jelentenek egyes üzleti folyamatokban, és a megfelelően automatizált munkafolyamatok csökkentik az egyes munkavállalók által elvégzendő manuális feladatokat. Fontos tisztában lenni azonban azzal, hogy ezek a megoldások csak akkor működnek jól a minden nap használat során, ha sikerül biztosítani a megfelelő rendelkezésre állást, tehát egy – a vállalat munkavállalói által a munkához nélkülözhetetlen – szolgáltatásnak munkaidőben folyamatosan elérhetőnek kell lennie. Előfordulhatnak olyan igények is, amik miatt bizonyos, a vállalat működésének szempontjából nélkülözhetetlen szolgáltatásoknak folyamatosan elérhetőnek kell lenniük, mert a működésük nem munkaidőhöz kötött (ilyen lehet például a szervezet weboldala, illetve levelezőszervere). Emellett a fent említett informatikai rendszerek karbantartásának is sokszor észrevehetetlennek kell lennie, azaz egy esetleges frissítés nem hátráltathatja a munkavégzést és a rendelkezésre állást. Az ilyen helyzetek kezelésére számos megoldás jött létre, ezek közül néhányat ismertetni fogok a következő fejezetben.

Egy másik fontos szempont a nagyvállalati rendszerek üzemeltetése – és általában informatikai megoldások üzemeltetése és használata során – ami napjainkban egyre nagyobb figyelmet kap, az IT-biztonság kérdése. A rendszerüzemeltetőknek tisztában kell lenniük a potenciális veszélyekkel, veszélyforrásokkal és fel kell készülniük egy esetleges támadásra, annak kezelésére. Sokszor hallhatunk a rendszeres biztonsági mentések fontosságáról, és ezek típusairól, követelményeiről. Egy jól bevett gyakorlat például az úgyne-

vezett 3-2-1 mentési stratégia, ami egy jó kiindulási alapul szolgálhat minden szervezet számára a biztonsági mentésekhez. [4] A megoldás neve az alábbi elvekből származik: [1]

- három példány az adatokról,
- két különböző eszközön (akár más típusú adathordozókon, pl. SSD, HDD, mágnes-szalag – ez segít az adathordozóra jellemző esetleges hibák hatásának csökkentésében),
- egy példányt földrajzilag különböző helyen tároljunk (pl. a cég székhelyén legyenek az eredeti adatok és még egy mentés, és egy példányt pedig tároljunk adatközpontban, vagy vegyük igénybe harmadik félről biztonságimentés-szolgáltatást).

A biztonsági mentések elvégzésére és automatizálására többféle megoldást választhat a szervezet az igényeihez igazodva. Bevett szokás például, hogy a cégen belüli mentéseket valamilyen mentést támogató vagy akár teljesen automatizáló szoftverrel oldják meg (például Bareos, Bacula, BackupPC). Az ilyen megoldások üzembe helyezése nehezebb lehet, mintha például csak egyéni scriptekkel hajtanánk végre a mentéseket, de hosszabb távon mégis célszerű lehet megfelelően konfigurálni őket, mert könnyebben kezelhetővé teszik egy komplex infrastruktúrában található gépek adatainak mentését, illetve az egyszer megírt konfigurációs fájlok több gépen is felhasználhatóak. Mindezek mellett ezek a szoftverek általában rendelkeznek valamilyen grafikus felhasználói felülettel (pl. webes interfész), amely tovább egyszerűsíti a mentések készítését, valamint szükség esetén a mentés visszaállítását.

The screenshot shows the Bareos web interface with the following details:

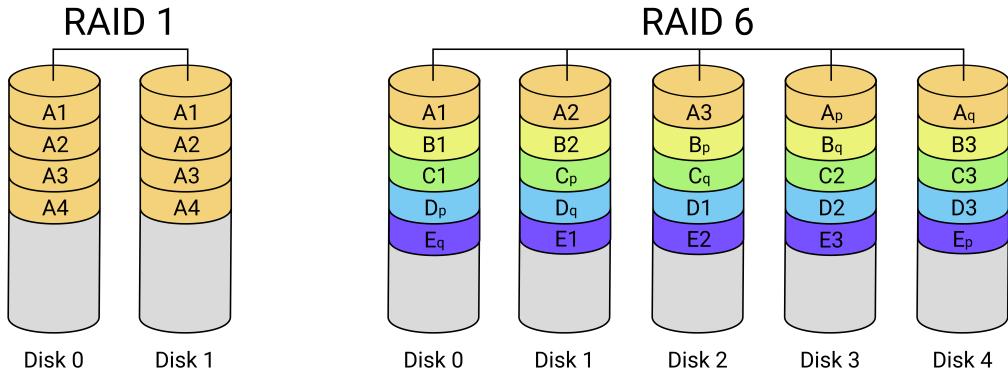
- Job Totals:** 64,996 jobs, 428,859 files, 75.88 TB bytes.
- Running Jobs:**
 - employee-website (restic-in-rlt):** Job ID: 283014
 - employee-website (restic-in-rlt):** Job ID: 283021
 - employee-website (restic-in-rlt):** Job ID: 283019
- Most recent job status per job name:**

Job name	Status	Job ID	Client	Level	Start	End	Bytes
www.kiralytiszteles.com-rlt	Waiting	283022	www.kiralytiszteles.com-rlt	Incremental	2021-12-01 09:36:03	2021-12-01 09:58:28	0.00 B
employee-games-rlt	Success	283020	games-rlt	Incremental	2021-12-01 12:00:36	2021-12-01 11:30:36	5.32 GB
employee-mail-rlt	Running	283019	mail-rlt	Incremental	2021-12-01 11:30:36	2021-12-01 11:30:36	0.00 B
employee-music-rlt	Success	283018	music-rlt	Incremental	2021-12-01 09:36:02	2021-12-01 09:38:20	477.25 MB
employee-movies-rlt	Waiting	283017	movies-rlt	Full	2021-12-01 11:55:04	2021-12-01 12:01:21	0.00 B
employee-testing	Failure	283016	testing-rlt	Incremental	2021-12-01 11:59:53	2021-12-01 11:24:23	0.00 B
employee-webapp-rlt	Waiting	283015	webapp-rlt	Full	2021-12-01 11:54:27	2021-12-01 12:00:34	0.00 B
employee-website-rlt	Success	283014	website-rlt	Incremental	2021-12-01 12:30:32	2021-12-01 12:00:32	0.00 B
www.vizualizator.com-rlt	Success	283012	vizualizator.com-rlt	Incremental	2021-11-24 04:00:18	2021-11-24 04:03:41	3.96 GB
www.vizualizator.com-rlt	Success	283011	vizualizator.com-rlt	Incremental	2021-11-19 20:10:06	2021-11-19 20:18:14	384.19 MB

1.1. ábra. A Bareos biztonsági mentéseket végző program webes felületének részlete. Forrás: <https://www.bareos.com/bareos-webui-modules/>

Nagyvállalati környezetben nem hagyhatjuk ki a RAID-megoldásokat (a népszerű RAID 1 és RAID 6 megoldásokat az 1.2 ábra szemlélteti), ha szerverek biztonsági mentéséről beszélünk. Ezek arra adnak lehetőséget, hogy az adatokat több háttértáron (pl. merevlemez vagy SSD) tároljuk úgy, hogy egy esetleges diszkr hiba ne okozzon fennakadást a működésben. Fontos tisztában lenni azonban azzal, hogy a RAID-megoldások nem védenek bizonyos veszélyek ellen (például zsarolóvírusok), hiszen az adatok duplikálása valós időben történik, így egy esetleges támadás során a RAID poolba bevont összes diszken megváltoznak az adatok, így nem alkalmas a támadás utáni visszaállításra. Emiatt egy RAID pool a 3-2-1 mentési stratégiát alkalmazva csak egyetlen eszköznek tekinthető, hiába több lemezt használunk a mentés során. RAID-elést tehát csak hardveres hibák ellen érdemes használnunk, rosszindulatú támadás esetén ezek nem nyújtanak védelmet az adataink számára.

A legtöbb hétköznapi felhasználó számára ismeretlen vagy meglepő lehet, hogy maga az internet és az ezen keresztül elérhető szolgáltatások – gondoljunk például az Ügyfélka-



1.2. ábra. RAID 1 és RAID 6 megoldások felépítése [2]

pura vagy az internetbank-szolgáltatásokra – nagyon komplex rendszerek nem csak szoftveres, hanem informatikai infrastruktúra szempontjából is. A legtöbb ilyen szolgáltatás egy adatközpontban lévő szerveren fut, ami a beérkező kérésekre ad válaszokat. Ezt a folyamatot úgy is felfoghatjuk, hogy az ilyen szolgáltatások felhasználói lényegében az adott szolgáltató (a fenti példánál maradva a Magyar Állam és az adott bankok) számítógépeivel kommunikálnak.

Ezek a szervergépek több lényeges különbséggel is bírnak a személyi számítógépekkel szemben. Egyik legfontosabb tulajdonságuk, hogy hibatűrők bizonyos hardverhibákat illetően: szinte minden főbb komponensből legalább kettő áll rendelkezésre, így ha az egyik meg is hibásodik, akkor a hiba elhárításáig a beépített redundancia miatt a gép képes tovább funkcionálni, általában a felhasználók felé észrevétlenül, míg a gép üzemeltetői figyelmeztetést kapnak a hiba típusáról és a kapcsolódó tennivalókról.

1.2. Virtualizáció

A fent említett megnövekedett forgalom kiszolgálását hatékonyan lehet kezelní úgy, hogy olyan fizikai számítógépet helyezünk üzemmbe, mely több, egymástól független operációs rendszer futtatására is alkalmas. Ilyenkor ezeket a fizikai gépen futó rendszereket virtuális gépeknek (virtual machine, VM) nevezzük. Egy virtuális gép elkülnöített erőforrásokat kap a fizikai géptől, hozzáférhet például bizonyos mennyiségi processzormaghoz, memóriához, illetve külön háttértár-partíciói is lehetnek. A virtualizált hardverek és operációs rendszerek a legtöbb esetben a külvilág felé nem különböztethetőek meg a fizikai számítógépektől, és ezzel a megoldással jelentősen csökkenthető a rendszerek és a hozzájuk szükséges informatikai infrastruktúra üzemeltetésének költsége.

A virtualizáció nagy ereje abban rejlik, hogy bizonyos hardverek virtualizációjával egységesítményt olcsóbban kaphatunk meg, mintha külön fizikai gépeket helyeznénk üzemmbe, illetve nagyobb rugalmasságot kapunk a kezelésükben, üzemeltetésükben. Képzeljük el, hogy megveszünk egy számítógépet, amin szeretnénk futtatni egy számunkra fontos alkalmazást, mondjuk a honlapunkat. Ilyenkor az ezen a gépen futó operációs rendszer teljes mértékben megszabhatja, hogy milyen erőforrásokból mennyit használ. Ha egy másik szolgáltatást – például levelezőszervert – szeretnénk emellett futtatni, akkor limitáltabbak a lehetőségeink, hiszen a korábban telepített webszerver már foglal bizonyos erőforrásokat, illetve a program függőségeit és konfigurációs fájljait is telepítettük már, ami esetleg negatívan hat a levelezőszerverünk működésére. Ha mindezt virtualizált környezetben tesszük meg, akkor a topológia megváltozik: a két alkalmazás teljesen elkülönítetten, egymás zavarása nélkül, különböző virtuális gépekben futhatnak, míg magán a fizikai gé-

pen egy úgynevezett hypervisor látja el az erőforrások ütemezésének és kiosztásának (pl. processzoridő, memória) feladatát.

1.2.1. Népszerű virtualizációs technológiák

Mivel a virtualizáció napjainkban nagyon elterjedt technológia, számos olyan megoldás született, mely egyszerűsíti a virtuális gépek üzemeltetését. Ezek közül nagy ismertségnek örvend az Oracle VirtualBox és a VMware Player, azonban ezek a megoldások nem skálázónak annyira jól, mint a továbbiakban tárgyalt társaik, melyek sokkal megfelelőbbek nagyvállalati szerverkörnyezetben való alkalmazásra. Ezek a megoldások lehetőséget biztosítanak a virtuális gépek távoli elérésre, kezelésére, egyszerűbb telepítésükre, valamint szükség esetén elosztott működésükre.

Ilyen nagyvállalati környezetben is kedvelt megoldás például a VMware ESXi, amely egy igen modern hypervisor számos kényelmi funkcióval ellátva (lehetőség van például a rendszer webes felületről való kezelésére és virtuális gépek sablonból való gyors (nagy-ságrendileg 5-10 perc) telepítésére). Egy másik kedvelt megoldás az ESXi-vel ellentétben teljesen ingyenesen, GPLv2-es licenc alatt elérhető XEN hypervisor, mely ugyan kevesebb kényelmi funkciót tartalmaz, de szintén népszerűségnek örvend széleskörű támogatása, kedvező teljesítménye és szabad szoftver voltából eredő ingyenessége miatt. A XEN a 2014 márciusában kiadott 4.4-es verzió óta stabilan működik együtt a libvirt virtualizációs API-val, amely nagyban megkönnyíti a hypervisorral való kommunikációt a virtuális gépek konfigurálása során. [3] A XEN-hez hasonlóan szabad szoftver licenccel érhető el a Kernel-based Virtual Machine (KVM) is, mely a XEN-nél modernebb megoldásnak tekinthető, és manapság széles körben használják a Linux kernelbe való integráltságának és stabilitásának köszönhetően. Bár maga a KVM nem tartalmaz ilyet, de számos interfész elérhető az ezen keresztül futtatott virtuális gépek kezelésére (például virt-manager), valamint akadnak olyan megoldások is, melyek a KVM-re alapozva nyújtanak szélesebb körű virtualizációs megoldást, ilyen lehet¹ például a Proxmox és a Cockpit.

1.2.2. Virtuális gépek használatának néhány előnye

A virtualizáció számos előnyivel bír a szerverinfrastruktúra karbantartása, könnyű kezelhetősége szempontjából, ebből néhány fontosabbat szeretnék kiemelni.

1.2.2.1. Erőforrások testreszabása

Amikor több tíz vagy több száz szerver üzemeltetéséről van szó, akkor hatványozottan számításba kell vennünk az egyes gépekre jutó költségeket. Virtuális gépek esetén ez azért kedvezőbb egy fizikai gépnél, mert ugyan a nagyvállalati környezetbe szánt szervergépek jelentősen drágábbak a személyes felhasználásra tervezett társaiknál, de akár több tíz virtuális gép egyidejű futtatását is lehetővé teszik. Ezáltal az egy fizikai gépre eső, asztali gépeknél megszokott áramfogyasztáshoz képest jóval nagyobb energiafelvétel sokkal kedvezőbb arányt mutat, ha számításba vesszük a futtatott virtuális kiszolgálók számát is.

Mindezek mellett a nagyvállalati felhasználáshoz tervezett számítógépek jóval hibatűróbbek, hiszen a főbb komponensek redundánsan lettek kialakítva: ezekből az ilyen szerverekben legalább kettő van, és a rendszer automatikusan képes detektálni a hardveres hibákat, és ezek figyelembe vételével tovább működni. További előny lehet még hardveres hibák esetén, hogy ezek a számítógépek széles körben támogatják az úgynevezett *hot swappingot*, amely azt jelenti, hogy bizonyos hardverelemek (általában például háttértá-

¹A konfigurációtól függően akár többfajta virtualizációs környezet is beállítható, de a KVM az egyik legjobban támogatott.

rak és memóriamodulok) a számítógép bekapcsolt állapotában, annak működése közben is szolgáltatás nélkül cserélhetőek.

Előnyös lehet továbbá, hogy a virtuális gépek erőforrásai szabadon módosíthatók, így akár két újraindítás között is változtathatjuk a rendelkezésre álló memória mennyiségét vagy épp a processzormagok számát. Sőt, egyes hypervisorok és operációs rendszerek ezen erőforrások futásidéjű megváltoztatását is támogatják bizonyos korlátozások mellett, így gyakorlatilag a fontosabb virtualizált erőforrások is hot swappelhetőnek tekinthetőek.

1.2.2.2. Snapshotok

Egy másik kedvező lehetőség virtuális gépek használata esetén az, hogy úgynevezett snapshotsokat készíthetünk róluk. Ezek a snapshotok a gépet egy adott pillanatbeli állapotban reprezentálják, és később ezeket az állapotokat visszaállíthatjuk, ha szükségünk lesz rá. Egyes megoldások a memóriakép mentését is támogatják, így akár egy futó gép is könnyen visszaállítható. A snapshotok készítése hasznos lehet például rendszerfrissítések esetén, így ha valamiféle hiba lép fel a frissítés során, vagy egy adott szoftver nem megfelelően működik azt követően, akkor a frissítés előtt készített snapshotra visszaállva újra teljes értékűen üzemelhet a szerver, amíg a frissítés során fellépő hibát elhárítjuk.

1.2.2.3. Migráció

Részben az előző ponthoz kapcsolódik a virtuális gépek migrációja. Ez a funkció azt jelenti, hogy egy adott fizikai gépről, mely virtuális gépeket futtat (virtual host), készíthetünk egy snapshotot, amit áthelyezhetünk egy másik virtual hostra, és a virtuális gép ezen futtat tovább egyéb újrakonfigurálás nélkül. Lehetőség van azonban a háttértárak tartalmát elhagyva is átmozgatni egy VM-et egy másik hosztra. Ehhez bevett szokás leírófájlok használata, mely egy virtuális gép konfigurációját tartalmazza. A leírófájt egy másik hoszt-gépre áthelyezve ott újra elindíthatjuk a definiált virtuális gépet. Ilyenkor szükség lehet a VM háttértárainak inicializálására, de ettől eltekintve a konfiguráció szabadon hordozható virtual host-ok között. Ilyen migrációra egyes megoldások fejlettebb támogatást is adnak, így akár valós időben, az aktuális terheltség figyelembe vétele mellett automatikusan is áthelyezhetőek virtuális gépek a megadott fizikai hosztok között.

1.2.3. Teljes virtualizáció és paravirtualizáció összehasonlítása

1.2.4. Konténerizáció

1.3. Logikai kötetkezelés

1.3.1. Snapshotok, mentések készítése

2. fejezet

Technológiák ismertetése //
Technológiai áttekintés

3. fejezet

Saját munka bemutatása

3.1. Kialakítani kívánt környezet meghatározása

Dolgozatomban egy kisebb léptékű, de a fontosabb elvek ismertetését kellő mértékben lehetővé tevő tesztkörnyezetet fogok kialakítani és részletesen bemutatni. A tesztkörnyezetben egy fizikai gépen (virtual host, dom0) fogok virtuális gépeket kialakítani a KVM hypervisor segítségével. Ezen környezet célja, hogy betekintést engedjen a nagyvállalati környezetek kialakításának fontosabb lépéseihe. Ahogy arról a bevezetés során szó volt, ilyen környezetekben nem ritka, hogy több száz vagy több ezer gépet kell kezelnünk. Nyilvánvaló, hogy ilyen nagyságrendű rendszert nem lehet kizárolag manuális megoldásokkal kezelni, nem várhatjuk el a rendszergazdáktól és az üzemeltetést végző mérnököktől, hogy egy-egy frissítést minden gépen külön-külön telepítsenek: ehhez sok esetben nem is adottak a lehetőségek, hiszen a legtöbb ilyen számítógép egy adatközpontban fut, ahova a biztonsági előírások miatt nem tudna minden munkatárs bejutni, továbbá körülményes lenne az egyes számítógépekhez külön-külön perifériákat csatlakoztatni, amire például a nagyobb operációsrendszer-verziótáltások során szükség lehetne az úgynevezett *offline upgrade*-ek miatt – ilyen helyzetekben a távoli elérés (pl. SSH, VNC) sem jelent megoldást.

Mindezen okok miatt a dolgozatomban egy infrastruktúramenedzsment eszközt fogok használni, amivel növelhető az egyes kiszolgálók karbantartásának hatékonysága mind fizikai, mind pedig virtuális gépek esetén.

3.2. Fizikai gép ismertetése

3.3. Operációs rendszer

Értekezésemben nagy szerepe lesz a választott operációs rendszereknek, hiszen ezek fognak a virtualizációs rendszer alapjául szolgálni, valamint képesnek kell lennünk a gépek távoli menedzsmentjére is, így mindenkorban olyan megoldásra van szükség, amely jól támogatott a választott infrastruktúramenedzsment eszköz által. Fontos szempont volt továbbá, hogy a tesztkörnyezet a lehetőségekhez mérten jól reprezentálja a nagyvállalati környezetben használatos rendszereket, így sok olyan OS-verzió kikerült a lehetőségek közül, amelyek ugyan népszerűek például asztali megoldásként, de egyes nagyvállalati szoftverek (legyen az adatbázismotor, vagy bizonyos eszközvezérlők, driverek) hivatalosan nem támogatottak rajtuk. Emiatt az operációs rendszerek kiválasztása során körültekintően jártam el, több Linux-disztribúció is szóba került, az ezekről született konklúziót itt foglalom össze néhány mondatban.

3.3.1. Debian, Ubuntu

3.3.2. SUSE

3.4. Gépmenedzsment: Salt

3.4.1. Más hasonló megoldások

3.5. Monitoring

3.6. Továbbfejlesztési lehetőségek

Köszönetnyilvánítás

Ez nem kötelező, akár törölhető is. Ha a szerző szükségét érzi, itt lehet köszönetet nyilvánítani azoknak, akik hozzájárultak munkájukkal ahhoz, hogy a hallgató a szakdolgozatban vagy diplomamunkában leírt feladatokat sikeresen elvégezze. A konzulensnek való köszönetnyilvánítás sem kötelező, a konzulensnek hivatalosan is dolga, hogy a hallgatót konzultálja.

Irodalomjegyzék

- [1] Seagate: What is a 3-2-1 backup strategy? (2024. április 7.). <https://www.seagate.com/gb/en/blog/what-is-a-3-2-1-backup-strategy/>.
- [2] Wikipedia: Standard raid levels (2024. április 7.). https://en.wikipedia.org/wiki/Standard_RAID_levels.
- [3] XEN Project: Xen project 4.4 release notes (2024. március 20.). https://wiki.xenproject.org/wiki/Xen_Project_4.4_Release_Notes.
- [4] Yev Pusin, Backblaze: The 3-2-1 backup strategy (2024. április 7.). <https://www.backblaze.com/blog/the-3-2-1-backup-strategy/>.