

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
STROJARSKI FAKULTET U SLAVONSKOM BRODU

DIPLOMSKI RAD

sveučilišnog dodiplomskog studija

Karlo Bubenik
12023190

Slavonski Brod, 2010.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
STROJARSKI FAKULTET U SLAVONSKOM BRODU

DIPLOMSKI RAD

sveučilišnog dodiplomskog studija

Karlo Bubenik
12023190

Voditelj diplomskog rada:
Doc. dr. sc. Tomislav Galeta

Slavonski Brod, 2010.

I. AUTOR

Ime i prezime: Karlo Bubenik

Mjesto i datum rođenja: Osijek, 22.11.1983.

Adresa: Park A. Hoffmana 2c, 31551 Belišće

STROJARSKI FAKULTET U SLAVONSKOM BRODU

Datum završetka nastave: 28.02.2007.

Sadašnje zaposlenje: Nezaposlen

II. DIPLOMSKI RAD

Naslov: Primjena virtualnog servera za upravljanje dokumentima

Broj stranica: 66 slika: 69 tablica: 1 priloga: 1 bibliografskih izvora: 7

Ustanova i mjesto gdje je rad izrađen: **STROJARSKI FAKULTET U SLAVONSKOM BRODU**

Postignut akademski naslov: **diplomirani inženjer strojarstva**

Voditelj rada: Doc. dr. sc. Tomislav Galeta

Obranjeno na **Strojarskom fakultetu** u Slavonskom Brodu

Oznaka i redni broj rada: _____

III. OCJENA I OBRANA

Datum preuzimanja zadatka: 15.07.2010.

Datum predaje rada: 23.09.2010.

Datum sjednice Povjerenstva za ocjenu i obranu
diplomskog rada na kojoj je rad prihvaćen: _____

Datum obrane rada: _____

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog
rada prema kojim je rad obranjen: _____

Datum promocije: _____

IZJAVA

Izjavljujem da sam diplomski rad izradio samostalno, koristeći se vlastitim znanjem i navedenom literaturom.

SAŽETAK

Projektantski rad na terenu bez pouzdane mrežne veze sa glavnim serverom tvrtke, zahtjeva dobru terensku organizaciju dokumenata i praćenje revizija te pouzdanu periodičnu razmjenu dokumenata sa glavnim serverom.

U ovom radu je prikazano konkretno rješenje uz primjenu virtualnog servera i VirtualBox programskog alata na projektu izrade tehničke dokumentacije naftne platforme „Key Manhattan“. Dokumenti su spremni na jednom mjestu, uredno pohranjeni i razvrstani, uz mogućnost praćenja revizija pomoću programskog alata Autodesk Vault. Baza podataka je imala organiziran svakodnevni automatski back-up, koji omogućava lako i brzo vraćanje podataka u slučaju incidenta. Virtualno organizirani server je bilo moguće brzo prenositi na druge lokacije i na druga računala, čime se uštedjelo dragocjeno vrijeme.

Ključne riječi: teren, virtualni server, dokumentacija, organizacija, back-up, vrijeme

SADRŽAJ

SAŽETAK	I
SADRŽAJ	II
PREGLED VELIČINA, OZNAKA I JEDINICA	IV
1 UVOD	1
2 VIRTUALIZACIJA I VIRTUALNI STROJ	2
2.1 OSNOVE VIRTUALIZACIJE	2
2.2 PRIMJENE VIRTUALIZACIJE	7
2.2.1 Virtualizacija računalnog sustava	7
2.2.2 Virtualizacija memorije.....	10
2.2.3 Virtualizacija programa.....	12
2.3 PREDNOSTI I NEDOSTACI U PRIMJENI VIRTUALIZACIJE.....	13
2.4 SIGURNOST I ZAŠTITA U PRIMJENI VIRTUALIZACIJE	13
2.4.1 Sigurnosni ciljevi i rizici	13
2.4.2 Virtualizacija kao metoda zaštite	14
2.4.3 Virtualizacija i njeni sigurnosni problemi.....	16
2.5 VIRTUALNI STROJ I NJEGOVA PROGRAMSKA RJEŠENJA	17
2.5.1 VirtualBox.....	18
2.5.2 XEN	20
2.5.3 VMware	21
2.5.4 Windows Virtual PC	22
2.5.5 Usporedba programskih rješenja.....	23
3 VIRTUALNI SERVER NA PROJEKTU „KEY MANHATTAN“	24
3.1 PROGRAMSKO RJEŠENJE I HOST RAČUNALO VIRTUALNOG SERVERA	27
3.2 POSTAVLJANJE VIRTUALNOG SERVERA.....	28
3.3 OPERATIVNI SUSTAV VIRTUALNOG SERVERA.....	31
3.4 POSTAVLJANJE MREŽE VIRTUALNOG SERVERA	33
3.5 PROGRAMSKO RJEŠENJE ZA UPRAVLJANJE DOKUMENTIMA	35
3.5.1 Autodesk Data Management Server Console 2009	37
3.5.2 Autodesk Vault 2009	43
3.6 BACK – UP TREZORA I BAZE STANDARDNIH DIJELOVA	49
3.6.1 Ručno izvođenje back-up operacije	49
3.6.2 Postupak za automatsko izvođenje back-up operacije.....	51
3.7 INTEGRACIJA PODATAKA NA DRUGE SERVERE	54

3.7.1	Prebacivanje Vault trezora sa jednog servera na drugi.....	54
3.7.2	Prebacivanje virtualnog servera na fizički server	57
4	ZAKLJUČAK	63
5	LITERATURA	64
PRILOZI	65

PREGLED VELIČINA, OZNAKA I JEDINICA

<i>Intel VT (engl. Intel Virtualization Technology)</i>	Intelovo rješenje za procesorsku podršku tehnologije virtualizacije
<i>AMD-V (engl. AMD Virtualization)</i>	Rješenje za procesorsku podršku tehnologije virtualizacije tvrtke AMD
<i>USB (engl. Universal Serial Bus)</i>	Tehnološko rješenje spajanja vanjskih uređaja sa računalom
<i>RAM (engl. Random Access Memory)</i>	Oblik primarne računalne memorije čijem se sadržaju može izravno pristupiti
<i>HTTP (engl. HyperText Transfer Protocol)</i>	Glavna i najčešća metoda prijenosa informacija na webu
<i>RDP (engl. Remote Desktop Protocol)</i>	Licencirana Microsoft tehnologija udaljenog rada na računalu
<i>MAC (engl. Media Acces Control)</i>	Jedinstveni označivač ili ključ koji se nalazi u svim mrežnim uređajima
<i>IP adress (engl. Internet Protocol adress)</i>	Jedinstvena brojčana oznaka računala na mreži ili internetu
<i>MDF (engl. MicroStation Database File)</i>	Vrsta datoteke u koju se pohranjuje baza standardnih dijelova
<i>VPN (engl. Virtual Private Network)</i>	Virtualna privatna mreža koja koristi infrastrukturu Interneta

1 UVOD

Jedan od glavnih problema pri izradi projektne dokumentacije na terenu u radnom okruženju gradilišta je kvalitetna organizacija i praćenje revizija. Navedeno je moguće postići uvođenjem i instalacijom radnih stanica, glavnog servera za pohranu podataka i mrežne infrastrukture koja će omogućiti njihovo povezivanje. Radne stanice i glavni server moraju biti pripremljeni za rad sa odgovarajućim operativnim sustavima i programskom podrškom za izradu dokumentacije, organizaciju i praćenje revizija, te pripremljenom bazom podataka standardnih dijelova.

Za kvalitetno provođenje mrežne infrastrukture i pripreme servera sa bazom podataka potrebna su znatna novčana sredstva kao i velik utrošak vremena, te svaka ušteda na vremenu bez gubitka na kvaliteti projektnih radova je od presudne važnosti na projektima koji imaju unaprijed određen vremenski rok.

Na projektu „Key Manhattan“ glavna poteškoća pri stalnoj vezi sa glavnim serverom bila je nekvalitetna, zagušena i spora internet veza koja je stvarala velike probleme i zastoje u radu. Glavni server sa bazom podataka je bio u središtu tvrtke udaljenom 500km od gradilišta, bez mogućnosti fizičkog preseljenja na gradilište.

Ovaj rad obuhvaća primjenu virtualnog servera kojim su u potpunosti riješeni problemi čestih i skupih zastoja u radu, potencijalnog velikog utroška vremena i sredstava za nabavku novog posebnog fizičkog servera, njegove softverske pripreme za rad, fizičkog umrežavanja te mobilnosti. U narednim poglavljima opisano je detaljno upoznavanje sa pojmom virtualizacije i virtualnog stroja, njegova postojeća programska rješenja i načini primjene. Detaljno je obuhvaćena metoda primjene odabranog „VirtualBox“ programskog rješenja virtualnog stroja u funkciji glavnog servera na gradilištu. Navedeno je postavljanje virtualnog servera na host računalo uz odabir operativnog sustava virtualnog servera, postupak umrežavanja, odabir i priprema programskog rješenja virtualnog servera za rad. Dane su karakteristike odabranog „Autodesk Vault“ programskog rješenja za organizaciju projektne dokumentacije i praćenje revizija, te je opisan postupak kako se izvodi back-up baze podataka i moguća integracija baze podataka na glavni server u sjedištu tvrtke ili bilo koji drugi pripremljeni server.

2 VIRTUALIZACIJA I VIRTUALNI STROJ

Kako je virtualizacija rijetko korištena u praksi strojarskih tvrtki na našem području, u nastavku je u narednim odlomcima moguće upoznati se s pojmom virtualizacije i virtualnog stroja, s postojećim programskim rješenjima i načinima primjene.

2.1 OSNOVE VIRTUALIZACIJE

Virtualizacija se jednostavno može definirati kao tehnologija koja omogućuje imati virtualno dva ili više računala koji rade na dva ili više različitih operativnih sustava na jednom fizičkom računalu bez utjecaja na stvaranje dodatnog hardverskog troška. Primjerice, pomoću virtualizacije možemo na jednom računalu imati dva virtualna računala, jedno sa Linux a drugo s Windows operativnim sustavom. Isto tako, primjerice možemo imati dva virtualna računala sa Windows 98 i Windows XP operativnim sustavima na jednom računalu [2].

Virtualizacija je tehnologija s dugačkom poviješću i datira još od kasnih šezdesetih godina prošlog stoljeća kada ju je IBM prvi puta koristio na projektu M44/44X. To je bio odgovor IBM-a na prvo računalo koje je koristilo koncept dijeljenja i obavljanja više zadatak odjednom. To računalo se zvalo The Atlas Computer [6]. Tehnologija virtualizacije korištena je prvotno za podjelu velikih i skupih mainframe računala s ciljem što boljeg iskorištenja hardvera. Dugi niz godina je tehnologija virtualizacije bila dostupna samo uskom krugu korisnika poput odabranih bogatih tvrtki koje su imale na raspolaganju takva vrlo skupa računala. Tek tokom posljednjeg desetljeća virtualizacija je postala dostupna običnim korisnicima i tvrtkama [1].

No razvoj virtualizacije nije tekao glatko i bez poteškoća. Korištenje i primjena tehnologije virtualizacije je efektivno napušteno tijekom osamdesetih i devedesetih godina prošlog stoljeća, kada su se klijent – server aplikacije i cijenom prihvatljivi x86 serveri i stolna računala počeli masivno proizvoditi, te je se povećala njihova iskorištenost. Početkom primjene Windowsa i Linuxa kao serverskih operativnih sustava, x86 serveri su polako postajali standard u industriji. Daljnji stalni rast korištenja x86 servera i stolnih računala kako u industriji tako i među običnim kućnim korisnicima dovelo je do implementacije IT infrastrukture kao nove industrijske grane koja je postala izuzetno raširena. Danas praktički ne postoji kućanstvo bez jednog ili više računala, dok je rad u svim granama gospodarstva postao nezamisliv bez korištenja računala.

Otkako posljednjih desetak godina x86 arhitekture postaju dominantne u poslovnim serverima, javlja se sličan problem neiskorištenosti servera kao i u šezdesetim godinama prošlog stoljeća. Tu se opet kao rješenje nameće virtualizacija. Javljaju se Intel VT¹ i AMD-V² tehnologije koje sklopovlje čine pogodnima za virtualizaciju.

Glavni problemi za koje se virtualizacija nameće kao idealno rješenje:

▪ Neiskorišten hardver

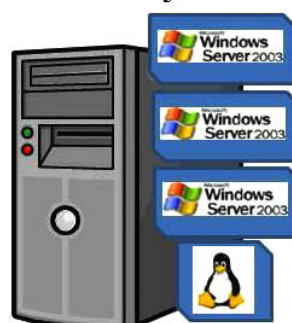
U današnje vrijeme mnoge tvrtke imaju računala i servere koji su samo 10 do 15% iskorišteni od njihovog ukupnog kapaciteta. Što znači da od 85 do 90% kapaciteta stoji neiskorišteno. Takvo slabo iskorišteno računalo košta, koristi prostor i troši električnu energiju kao i računalo koje radi punim kapacitetom i kao takvo predstavlja veliki gubitak. Zbog toga je poželjno pronaći način kako potpuno iskoristiti kapacitete računala. Upravo primjena i korištenje virtualizacije može pomoći u tome. Hardverski jedno računalo pomoću virtualizacije radi kao dva ili više računala i time potpunije iskorištava svoje kapacitete, te na taj način u velikoj mjeri smanjuje gubitke [2]. Svako fizičko računalo i server koje se ne mora kupiti predstavlja direktnu uštedu u novcu.

Iskorištenje servera bez korištenja virtualizacije



- Vrlo loša iskorištenost servera u prosjeku 4% do 7% ukupnog kapaciteta
- Ograničene mogućnosti
- Ranjivost hardverskim kvarovima

Iskorištenja servera prebačena na jedan fizički server koji koristi virtualizaciju



- Vrlo dobra iskorištenost servera od oko 80% ukupnog kapaciteta uslijed korištenja virtualizacije četiri servera na jednom fizičkom serveru
- Širok raspon mogućnosti:
 - Dinamička iskoristivost resursa
 - Velika dostupnost
 - Nastanak novog servera za nekoliko minuta
- Virtualni strojevi su neovisni o vrsti hardvera servera na kojem se nalaze i samim time nemaju ograničenja i nisu ranjivi u slučaju hardverskog kvara

Slika 2.1 - Shema virtualizacije četiri servera na jednom fizičkom serveru

¹ Intel VT (engl. *Intel Virtualization Technology*) – Intelovo rješenje za procesorsku podršku tehnologije virtualizacije

² AMD-V (engl. *AMD Virtualization*) – Rješenje za procesorsku podršku tehnologije virtualizacije tvrtke AMD

Prema istraživanju tvrtke Gartner Inc. , 18% kapaciteta fizičkih servera je bilo iskorišteno za virtualne strojeve u 2009. godini. U 2010. godini je nastavljen rast korištenja virtualnih servera na 28% kapaciteta fizičkih servera, dok se do kraja 2012. godine predviđa doseg od 50% iskorištenosti kapaciteta fizičkih servera. Statistička istraživanja pokazuju da velike tvrtke koriste virtualizaciju servera već nekoliko godina. Danas postoje približno šest milijuna virtualnih strojeva koji se koriste uz daljnja predviđanja tvrtke Gartner Inc. koja pokazuju da će u narednih nekoliko godina tehnologija virtualizacije biti prisutna u svim tvrtkama [7].

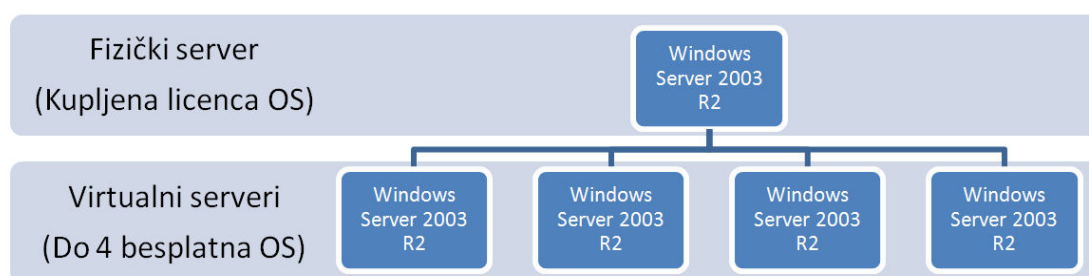
▪ Licence Microsoft Windows operativnih sustava

Microsoft, kao vodeći proizvođač u svijetu operativnih sustava (OS) promijenio je model kupovine licenci za OS u smislu podrške virtualizaciji, još od izlaska OS Windows Server 2003 R2, kao i nastavak iste filozofije s Windows Server 2008. Kupovinom licence Windows Server 2003 R2 ili Windowsima Server 2008 Enterprise Edition dobiva se mogućnost do 4 besplatne instance virtualnih strojeva za isti OS. Svaka dodatna licenca dobiva mogućnost po još 4 virtualna stroja.

Kupovinom licence Datacenter Edition inačice Windows Server 2003 R2 ili Windows Server 2008 dobiva se mogućnost za neograničen broj instanci virtualnih strojeva koji mogu biti na platformama bilo kojih verzija Windows Server OS.

Također, podržavajući tehnologiju virtualizacije, Microsoft je doradio model licenciranja Windows Vista OS. Kupnjom licence Windows Vista Enterprise Centralized Desktop (VECD), dobiva se mogućnost do 4 besplatne instance virtualnog stroja za bilo koji Windows OS za desktop računala.

Primjerice, na jednom računalu mogu legalno biti dodatna dva virtualna stroja pogonjena na Windows Vista OS, jedno pogonjeno Windows XP i jedno pogonjeno Windows 2000 OS. Taj model omogućava daljnje korištenje aplikacija koje rade samo na starijim ili određenim OS. Osim toga, primjenom virtualizacije ušteda na kupovini zasebnih licenci OS za svako fizičko računalo je čak do 75% [1].



Slika 2.2 - Ušteda na kupovini licenci OS koristeći virtualizaciju na Windows Server 2003 R2

▪ **Manjak prostora**

Poslovni svijet je u posljednjih 20 godina prošao kroz fazu transformacije. Iz sada već prošle faze poslovanja uz korištenje mnogo papirologije, prešlo se na digitalne verzije popraćene korištenjem odgovarajućeg softvera. Širenje interneta je eksponencijalno povećalo razmjere transformacije. Moderne tvrtke teže komuniciranjem i razmjenom podataka koristeći sve prednosti interneta.

Rezultat toga je veliki broj servera koji se koristi diljem svijeta i taj broj se svakim danom sve više povećava, što predstavlja znatni problem velikom broju tvrtki. Pojavljuje se konstantan manjak prostora i samim time se traže nove metode skladištenja podataka. Metoda kojim su uspješno riješeni problemi s prostorom se zove virtualizacija pohrane podataka. Pod tim se podrazumijeva mogućnost pohrane podataka neovisno na bilo kojem tipu računala.

Virtualizacija nudi sposobnost da jedan fizički server radi kao više servera, te na taj način omogućava velikim tvrtkama i organizacijama da uštedi na prostoru centara za pohranu podataka, kao i izbjegne izgradnju novih takvih centara. Uzimajući u obzir da izgradnja takvih centara košta i do desetke milijuna američkih dolara, očite su prednosti i veliki novčane uštede korištenjem virtualizacije [2].

▪ **Energija**

Unatoč što velike tvrtke ne daju preveliku važnost potrošnji električne energije jer među njima vlada pretpostavka da je električna energija bezuvjetno dostupna, ona je također od velikog značenja. No povremene krize u isporuci električne energije, poput one u Kaliforniji tijekom 2000 i 2001 godine kada je bio veliki nedostatak i česta nestajanja električne energije, natjerao je te iste tvrtke da preispitaju svoja stajališta glede električne energije i počnu tražiti načine kako što efektivnije koristiti energiju, te ju uštedjeti. U međuvremenu je došlo do jačanja ekološke svijesti i organizacije za zaštitu okoliša su zahtijevale da se reducira enormna potrošnja energije.

Naposljetku, velike su uštede potrebne i s financijske strane. Jer neiskorišteno računalo gotovo jednako troši energiju i pravi trošak kao i potpuno iskorišteno računalo. To se pogotovo odnosi na već spomenute centre za pohranu podataka, gdje osim već navedenih ušteda, svaki fizički server manje nego što je to zaista potrebno znači veliku uštedu na trošenju električne energije [2].

▪ **Održavanje i sistem administracija servera i računala**

Svaki pojedinačni server i računalo traži pravilno održavanje, kojeg omogućavaju sistem administratori. Poslovi sistem administratora obuhvaćaju nadzor hardvera, zamjena neispravnih hardverskih komponenti, instalacija OS i svih potrebnih programa potrebnih za rad, instalacija zakrpa za programe i OS, nadzor važnih sistemskih resursa poput iskorištenja radne memorije i diskovnog prostora, kao i redovno izvršavanje sigurnosnih kopija podataka. Posao kojeg obavljaju sistem administratori je od velike važnosti i odgovoran, te sami angažman takvih stručnih osoba predstavlja trošak. Pogotovo u okruženju gdje postoji jako veliki broj računala, također postoji potreba za većim brojem sistem administratora.

Virtualizacija nudi mogućnost smanjenja obima posla sistem administratorima, pošto smanjuje broj fizičkih računala i servera koje treba održavati. Iako i dalje ostaje određeni dio posla održavanja i virtualnih strojeva, dio poslova vezanih uz hardversko održavanje nestaje. Ukupno gledajući, virtualizacija i na poslovima održavanja nudi velike uštede [2].

▪ **Testiranje**

Na fizičkim računalima i serverima koji su u pogonu i koji odrađuju posao za koji su namijenjeni instalacija bilo kakvog novog neprovjerenog softvera predstavlja rizik i opasnost po stabilnost sustava. Kada je riječ o detaljno programski pripremljenim radnim stanicama kojima je stabilnost od velikog značenja i svaki zastoj u radu se odražava na unaprijed zadane vremenske okvire, taj rizik i opasnost je višestruko veći.

Primjena virtualizacije na takvim računalima u svrhu isprobavanja novog softvera i testiranja od presudne je važnosti, jer ne postoji nikakav nepovoljan utjecaj koji može utjecati na njihov rad.

2.2 PRIMJENE VIRTUALIZACIJE

Virtualizacija se može primijeniti na više načina, koje možemo podijeliti u tri glavne grupe; virtualizacija računalnog sustava, virtualizacija memorija i virtualizacija programa. Danas je najčešća primjena potpune virtualizacije računalnih sustava. U nastavku su opisane metode primjene virtualizacije.

2.2.1 Virtualizacija računalnog sustava

▪ Potpuna virtualizacija ili hardverska emulacija

Potpuna virtualizacija oponaša fizičko računalo u tolikoj mjeri da se operativni sustav nepromijenjen može izvoditi na virtualnom računalu. Oponašanje fizičkog računala pritom uključuje procesor, radnu memoriju te dodatne memorijske i periferne uređaje (USB³, grafičke, zvučne kartice i slično). Potpuna virtualizacija uključuje ispunjavanje sljedeća tri zahtjeva:

1. Ekvivalencija – programi pokrenuti na virtualnom sustavu ponašaju se potpuno jednako kao što bi se ponašali na odgovarajućem realnom fizičkom sustavu.
2. Upravljanje sredstvima – virtualizacijska podrška potpuno upravlja virtualnim sredstvima.
3. Učinkovitost – većina strojnih instrukcija može se izvoditi izvan virtualne okoline.

Kako bi se zadovoljili uvjeti potpune virtualizacije, skup strojnih naredbi procesora (engl. *ISA - Instruction Set Architecture*) mora zadovoljavati određena svojstva. Naime, osjetljive naredbe koje virtualni stroj mora presresti su one koje mijenjaju konfiguraciju računalnih sredstava ili čije ponašanje i rezultat ovisi o konfiguraciji računalnih sredstava. Takve naredbe moraju se izvoditi na način da ih virtualni stroj može presresti i prilagoditi.

U tu svrhu može se koristiti i binarno prevođenje naredbi kojim se kritične naredbe zamjenjuju skupom sigurnih naredbi. Potpuna virtualizacija nije moguća na svim sustavima, uključujući starija izdanja AMD-V i Intel-VT sklopovlja.

Slika 2.3 prikazuje shemu potpune virtualizacije. Na njoj se vidi kako se VMM sustav za nadzor i upravljanje virtualnim strojevima (engl. *Virtual Machine Monitor*), koji presreće, obrađuje i prosljeđuje naredbe pojedinačnih operacijskih sustava fizičkom stroju, nalazi izravno iznad fizičkog stroja. Uz programsku potporu za komunikaciju korisnika (engl. *VM management extensions*) s VMM sustavom, iznad VMM sloja izvode se i nepromijenjeni operacijski sustavi na virtualnim strojevima, te programi u njima [3].

³ USB (engl. *Universal Serial Bus*) – Tehnološko rješenje spajanja vanjskih uređaja sa računalom

Primjer ovakvog načina primjene virtualizacije je upravo virtualni server, koji je i tema ovog diplomskog rada. Jedina razlika je u tome što u slučaju spomenutog virtualnog servera postoji samo jedan prilagođeni virtualni stroj, a ne nekoliko njih kao što je prikazuje *Slika 2.3*.



Slika 2.3 - Shema potpune virtualizacije [3]

▪ Djelomična virtualizacija, paravirtualizacija

Djelomična virtualizacija za razliku od potpune virtualizacije ne uključuje simulaciju cijelog fizičkog računala, već samo određenog dijela. To najčešće znači da se na virtualnom stroju ne može pokretati cijeli operacijski sustav, ali se može pokretati velik broj programa. Primjer djelomične virtualizacije je odvajanje adresnih prostora, odnosno dodjeljivanje zasebnog virtualnog adresnog prostora svakom virtualnom stroju. Ovaj tip virtualizacije koristan je kod dijeljenja memorijskih sredstava među različitim korisnicima. Općeniti značaj ove metode više je povijestan nego praktičan, a odnosi se na približavanje ostvarenju potpune virtualizacije.

Uz djelomičnu virtualizaciju postoji i tzv. „paravirtualizacija“. Riječ je o metodi koja omogućuje simuliranje operacijskih sustava, ali za razliku od potpune virtualizacije ne simulira se izravan rad s fizičkim računalom već se komunikacija obavlja preko posebnog API sučelja (engl. *Application Programming Interface*) koji se naziva *hypervisor*. Zbog toga se sustavi ne mogu instalirati na virtualnom stroju u izvornom obliku već je potrebno prilagoditi ih za komunikaciju s nadzornim (engl. *hypervisor*) sučeljem.

Slika 2.4 prikazuje primjer sheme paravirtualizacije na kojoj je uočljiva razlika u odnosu na potpunu virtualizaciju. Paravirtualizacija uključuje dodatan sloj (*hypervisor*) između VMM sloja i virtualnih operativnih sustava preko kojeg se obavlja prilagođena komunikacija [3].



Slika 2.4 - Shema paravirtualizacije [3]

▪ Sklopovski potpomognuta virtualizacija

Sklopovski potpomognuta virtualizacija odnosi se zapravo na potpunu virtualizaciju koja koristi posebno prilagođene procesore fizičkog servera. Riječ je o prilagodba koje omogućuju uočavanje osjetljivih instrukcija te njihovu zamjenu i oponašanje skupom odgovarajućih sigurnih instrukcija u sklopovlju. Naspram programskog ostvarenja, sklopovska virtualizacija strojnih instrukcija znači veću učinkovitost. Primjeri ovih tehnologija za x86 arhitekture procesora su Intel VT i AMD-V, VT-i.

Virtualne okoline koji koriste sklopovsku potporu su VMware Workstation, Xen 3.x, Linux KVM i Microsoft Hyper-V. Problem kod ove vrste virtualizacije je zahtjev za posebnim fizičkim strojem koje povećava učinkovitost rada u virtualnim okolinama, ali smanjuje učinkovitost kod drugih primjena [3].

▪ Virtualizacija na razini operativnog sustava

Kod ove vrste virtualizacije jezgra ili operacijski sustav omogućuju odvajanje korisničkih prostora koji sa strane korisnika izgledaju kao potpuni serveri. Pritom su često uključeni alati za upravljanje računalnim sredstvima (memorijom, diskom i s4l.). Problem kod ove vrste virtualizacije je taj što se ne mogu koristiti virtualni serveri s različitim operacijskim sustavima od stvarnog servera. Prednosti su pak što nema narušavanja učinkovitosti rada virtualnih strojeva jer se izravno koristi stvarni operacijski sustav, bez hardverskog ili softverskog prevođenja virtualnih u stvarne naredbe.

Slika 2.5 prikazuje kako u ovom slučaju nema VMM sloja, već se virtualni sustavi pokreću iznad operacijskog sustava domaćina. Pritom su svi sustavi isti kao i host sustav jedino su podijeljeni u odvojene servere [3].



Slika 2.5 - Shema OS Level virtualizacije [3]

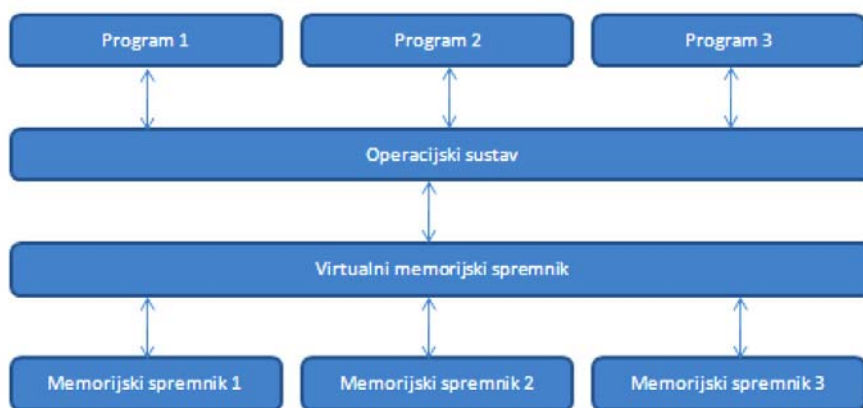
Tablica 2.1 - Usporedba metoda primjene virtualizacije [3]

	Prednosti	Nedostaci
Potpuna virtualizacija	Omogućuje instalaciju izvornog operacijskog sustava na virtualno računalo	Nije moguća na svim sustavima
Djelomična virtualizacija	Omogućuje dijeljenje memorijskih sredstava među korisnicima	Sam dio programa može se virtualno pokretati
Paravirtualizacija	Omogućuje instalaciju operacijskih sustava na virtualno računalo	Zahtjeva izmjene u OS-ovima koji se instaliraju
Virtualizacija na razini OS-a	Učinkovito korištenje sredstava operacijskog sustava domaćina	Svi OS-ovi moraju biti iste vrste
Sklopovski potpomognuta virtualizacija	Brži i učinkovitiji rad za virtualne sustave	Moguća smanjena učinkovitost kod drugih primjena

2.2.2 Virtualizacija memorije

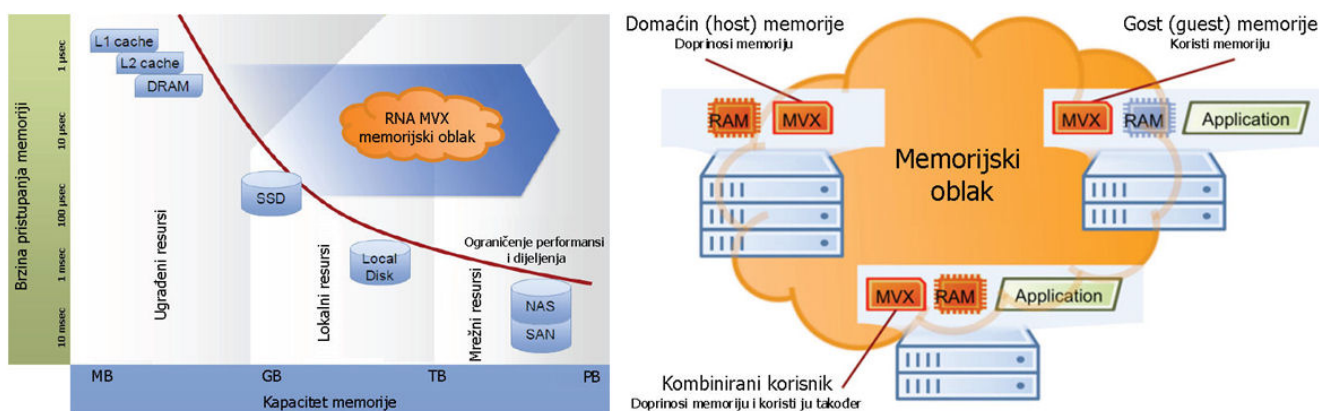
Virtualizacije memorije je postupak kojim se u grozdovima računala (engl. *cluster*) stvara jedinstveni bazen RAM⁴ memorije kojem mogu pristupiti sva računala. Na taj način distribuirani i umreženi poslužitelji imaju dostupne veće RAM kapacitete što omogućuje povećanje učinkovitosti i lakše dijeljenje podataka. Ova vrsta virtualizacije ostvaruje se tako da se fizički adresni prostori preslikaju u virtualne adresne prostore preko kojih se pristupa stvarnim memorijskim adresama u različitim spremnicima. Nasuprot navedenih prednosti ove tehnologije, ona može negativno utjecati na brzinu izvođenja zbog korištenja udaljene memorije.

⁴ RAM (engl. *Random Access Memory*) - oblik primarne računalne memorije čijem se sadržaju može izravno pristupiti



Slika 2.6 - Shema virtualizacije memorije [3]

Primjer virtualizacije memorije je rješenje tvrtke RNA Networks, naziva RNA MVX. Primjenom RNA MVX rješenja probijaju se ograničenja različitih fizičkih resursa memorije koje nije moguće dijeliti (L1 i L2 cache, RAM, hard disk). RNA MVX od svih fizički dostupnih memorijskih resursa radi jedan tzv. oblak zajedničke virtualne memorije kojeg je moguće dijeliti, te na taj način omogućava brži rad aplikacija, veće količine podataka te samim time brže poslovne rezultate. Slika 2.7 prikazuje RNA MVX primjer virtualizacije memorije.



Slika 2.7 - RNA MVX tehnologija primjene virtualizacije memorije

Uz virtualizaciju memorije valja spomenuti i virtualizaciju memorijskih spremnika (engl. *storage*). Riječ je o procesu kojim se pomoću apstrakcije razdvajaju logički i fizički pristup memoriji. Metoda se zasniva na preslikavanju adresnih prostora i prevođenju zahtjeva za virtualnim logičkim adresama u odgovarajuće fizičke zahtjeve. Server pritom koristi logički adresni prostor, a sve promjene u fizičkom adresnom prostoru maskiraju se mijenjanjem postavki prevoditelja zahtjeva ili tzv. „meta-data“ maskiranjem. To znači da će u slučaju premještanja podataka, zahtjev za stalnom logičkom lokacijom tih podataka u prevoditelju jednostavno preusmjeriti na novu fizičku

lokaciju. Time se očito postiže jednostavnije upravljanje podacima i bolja iskorištenost memorije. Negativnosti mogu biti vezane uz sporije izvođenje zbog prividno bliskih logičkih adresa koje su u stvarnosti udaljene, složenosti izvedbe prevoditelja zahtjeva ili neusklađenosti različitih programskih izvedbi [3].

2.2.3 Virtualizacija programa

Programi se također mogu virtualno izvoditi na operativnim sustavima. Pritom se pokreću na jednom sustavu, a koriste datoteke i sredstva udaljenog računala. Instalacija programa primjerice može uključivati instalaciju klijenta za neki mrežni protokol (npr. HTTP⁵) pomoću kojeg se distribuirano pristupa dijelovima programa i usluga. Time se olakšava izvođenje programa na operacijskim sustavima za koje nisu izravno oblikovani, izbjegava se virtualizacija cijelog operativnog sustava na klijentskom računalu, a štiti se i računalo od možda loše napisanog programskog koda. Virtualizacija programa općenito preusmjerava zahtjeve programa za pristup datotekama u druge posebno oblikovane datoteke preko kojih se dobivaju potrebni podaci. Tako se primjerice omogućuje istovremeno izvođenje programa koji se inače ne mogu istovremeno izvoditi zbog međusobnog ispreplitanja sredstava koja koriste [3].

Kao primjer se može navesti instalacija virtualnog programa Mozilla Firefox na sigurnom strogo poslovnom računalu u cilju sigurnog povremenog surfanja internetom i razmjene podataka, bez rizika da se ugrozi operativni sustav računala mogućim virusima. Alternativa bez korištenja virtualizacije programa bi bila korištenje dva odvojena fizička računala ili dva odvojena potpuna virtualna stroja – jedno isključivo za posao, a drugo za povremenu razonodu uz surfanje internetom.



Slika 2.8 - Shema virtualizacije programa [3]

⁵ HTTP (engl. *HyperText Transfer Protocol*) – Glavna i najčešća metoda prijenosa informacija na webu

2.3 PREDNOSTI I NEDOSTACI U PRIMJENI VIRTUALIZACIJE

▪ Prednosti primjene virtualizacije

Prednosti virtualizacije se ponajviše odnose na poboljšanje učinkovitosti i olakšavanje održavanja servera, kao i olakšanu mobilnost virtualnih servera u slučajevima gdje je potrebna. Današnji procesori, osobito x86 arhitekture, izuzetno brzo rade u odnosu na potrebe većine računalnih sustava. To znači da je velik dio sredstava fizičkog računala neiskorišten. Umjesto velikog broja skupih fizičkih servera koji su slabo iskorišteni, virtualizacija omogućuje njihovu simulaciju na jednom ili manjem broju servera. Pritom je maksimizirana iskorištenost skupog fizičkog stroja i minimiziran trošak njihove nabave i održavanja. Osim učinkovitosti, više virtualnih servera na jednom računalu lakše je održavati nego više fizičkih odvojenih servera, ako ništa drugo zbog jedinstvenog fizičkog pristupa i jedinstvenog okruženja u kojem se pokreću [3].

▪ Nedostaci primjene virtualizacije

Kod primjene metoda virtualizacije valja voditi računa o primjenama sustava i programa. Ukoliko se radi o računalno zahtjevnijim primjenama, virtualizacija može štetiti, umjesto koristiti učinkovitosti. Trajno veća iskorištenost sredstava također uzrokuje trajno pojačano zagrijavanje sustava. Uz to, svi virtualni sustavi ovise o fizičkom serveru i njegovo rušenje ili isključivanje izazvat će istu pojavu kod svih virtualnih servera. Propusti u ostvarenju programske podrške za virtualni rad mogu uzrokovati različite sigurnosne probleme: od pretjeranog trošenja zajedničkih sredstava u samo jednom virtualnom sustavu do narušavanja svojstva izolacije. Posljednje bi uključivalo mogućnost pristupa podacima drugog virtualnog sustava na istom serveru i utjecanja na njegov rad [3].

2.4 SIGURNOST I ZAŠTITA U PRIMJENI VIRTUALIZACIJE

Virtualizacija kao metoda ima određene prednosti u smislu sigurnosti jer prema definiciji potpuno logički odvaja dijelove istog fizičkog sustava i na taj način ih štiti. S druge strane, pretpostavka takve odvojenosti može biti opasna jer su u slučaju propusta u virtualizacijskoj platformi virtualni sustavi izloženiji međusobnim napadima nego oni fizički odvojeni. U ovom poglavlju razmatra se virtualizacija s gledišta njezinih sigurnosnih prednosti i nedostataka [3].

2.4.1 Sigurnosni ciljevi i rizici

Općenito, računalna sigurnost podrazumijeva nekoliko različitih ciljeva. Oni se mogu podijeliti na sljedeći način:

- **Dostupnost podataka i usluga**

Korisnik u svakom trenutku može pristupiti podacima i uslugama za koje ima ovlasti i taj se pristup prekida tek po završetku cjelokupne radnje, odnosno ne može biti neočekivano prekinut djelovanjem treće strane. Također, dostupnost podrazumijeva i prihvatljivu brzinu komunikacije, tj. korisnik ne mora neopravdano dugo čekati reakciju poslužitelja ili programa.

- **Tajnost**

Vrijednosti podataka mogu doznati samo ovlašteni korisnici.

- **Integritet**

Podatke mogu mijenjati samo ovlašteni korisnici.

- **Autentičnost**

Osoba ili program koji izvode neku radnju nesumnjivo su ti za koje se identifikacijskom oznakom predstavljaju. Dostupnost podataka često se može narušiti pretjeranim zauzimanjem računalnih ili mrežnih sredstava koji onda postaju nedostupni za druge korisnike i/ili programe. Tajnost i integritet podataka mogu se narušiti ukoliko se zbog programskih propusta stekne pristup određenom dijelu sustava (diska ili memorije). Također, narušavanje svojstva autentičnosti (odnosno lažno predstavljanje) za sobom povlači i sva prava napadnutog korisničkog računa što može uključivati i pristup podacima koji su inače zaštićeni [3].

2.4.2 Virtualizacija kao metoda zaštite

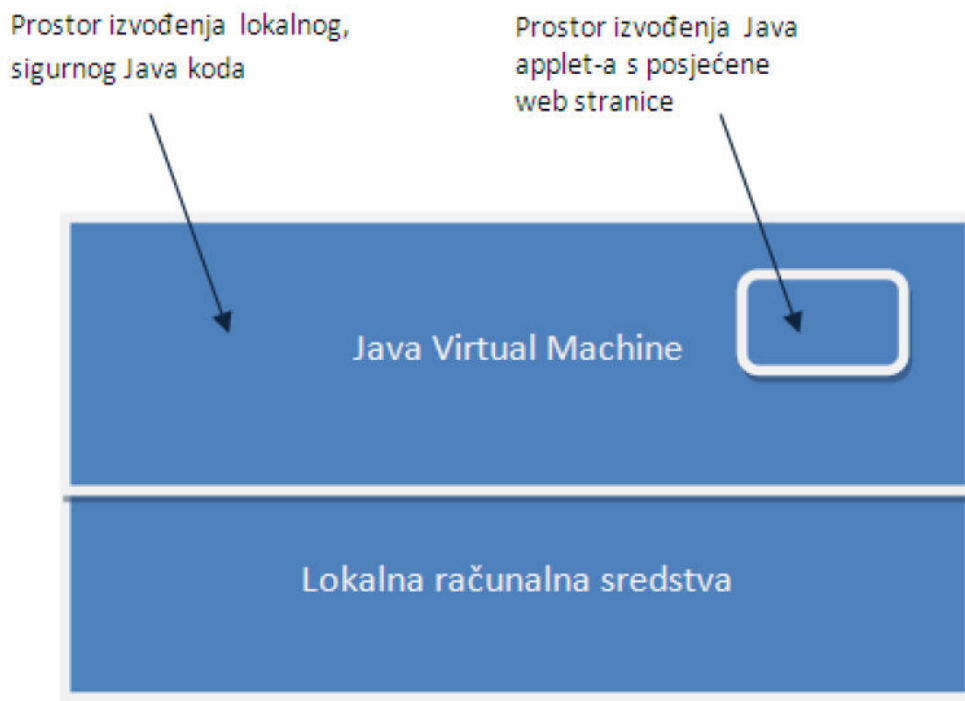
Virtualizacija sama po sebi uključuje sigurnosne ciljeve zbog toga što u idealnom slučaju potpuno razdvaja dijelove sustava. Može ograničiti procesorska, memorijska i druga računalna sredstva koja se koriste. To povlači za sobom i ograničavanje okruženja u kojem se izvode različiti programi. Šteta koju crv, virus ili drugi štetni program nanese virtualnom sustavu ostaje izolirana u tom sustavu, a drugi dijelovi fizičkog sustava su netaknuti. Zato se virtualne okoline često koriste i kao metoda za ispitivanje programa i njihov razvoj (npr. osjetljivi dijelovi programa u izradi pokreću se u virtualnom stroju kako bi eventualna šteta ostala na razini tog virtualnog sustava). Osim toga, virtualni sustavi se nakon rušenja mnogo lakše i brže oporavljaju jer se mogu ponovno pokrenuti na istom ili na drugom računalu. To podrazumijeva i veću dostupnost sustava jer je manje vremena izvan funkcije - upravo zato što se jednostavno odmah može prenijeti (prekopirati) na ispravno fizičko računalo i pokrenuti. Virtualizacija spremnika podataka isto tako poboljšava njihovu dostupnost. Lakše kopiranje i prijenos virtualnih sustava na druga računala također omogućuje lakše forenzičke analize u slučaju zlouporaba. Virtualizacija se može koristiti i za

ispitivanje ponašanja napadača i zlonamjernih korisnika te načina na koji pokušavaju ugroziti sustav. Takve spoznaje mogu bitno doprinijeti zaštiti stvarnih sustava. Primjer sigurnosne tehnologije koja se može zasnivati na virtualizaciji je Sandbox. Riječ je o zaštiti računala i podataka od neželjenih i štetnih programa koja se provodi tako da se ograničavaju računalna sredstva dostupna tim programima.

To mogu biti:

- Procesorsko vrijeme i memorija
- Mrežni pristup
- Pristup datotekama na lokalnom ili nekom drugom poslužitelju
- Učitavanje datoteka s udaljenog poslužitelja

Ograničavanjem prostora i mogućnosti koje program ima pri komunikaciji s operacijskim sustavom, njegova se okolina predstavlja manjom nego što zaista jest. Popularni primjeri Sandbox alata su tzv. appleti. Riječ je o čestim dodacima za web preglednike koji omogućuju pokretanje programskog koda na web stranicama. Ograničavanjem uvjeta u kojima se takvi programi pokreću smanjuje se šteta koju mogu nanijeti operacijskom sustavu [3].



Slika 2.9 - Prostor izvođenja Java applet programa

2.4.3 Virtualizacija i njeni sigurnosni problemi

Sigurnosni problemi koje donosi virtualizacija povezani su s činjenicom da su i virtualni sustavi ranjivi kao i realni. To znači da sustav koji podržava virtualne sustave posjeduje ranjivosti svakog od tih sustava uključujući i ranjivosti sustava na kojem se virtualni strojevi izvode. Nadalje, sama podrška za virtualizaciju kao i svaki drugi programski kod zasigurno posjeduje propuste. Zato se ne može pretpostaviti povezanost virtualnih strojeva na istom računalu onakvom kakva je povezanost između dva udaljena računala.

U slučaju virtualnih servera osim mrežne komunikacije za napad se može iskoristiti i fizička povezanost. Prema tome, posebna se pažnja treba posvetiti sigurnosti već spomenutog posebnog API sučelja (*hypervisor*) koje upravlja virtualnim sustavima. Virtualni sustavi koji se oslanjaju na izravnu komunikaciju sa fizičkim računalom umjesto nadogradnje nad OS sigurniji su već zbog same činjenice da nemaju problema s ranjivostima operacijskog sustava domaćina [3].

Osim toga prednosti su sljedeće:

- Sustavi povezani izravno na fizički stroj ne dijele nikakve podatke s središnjim OS-om što stvara manje mogućnosti za otkrivanje podataka
- Dodjela sredstava preko operacijskog sustava podložna je programskim propustima takvog sustava više nego hypervisor, koji je izravno povezan na fizički stroj i ciljano oblikovan za dodjelu sredstava virtualnim strojevima
- Operacijski sustavi često su izloženi djelovanju virtualnih strojeva pa su time i ranjiviji na štetne aktivnosti u njima, dok kod hardverske podrške nema nikakve komunikacije između bilo koja dva virtualna sustava.

Zaštita virtualne sigurnosti uključuje:

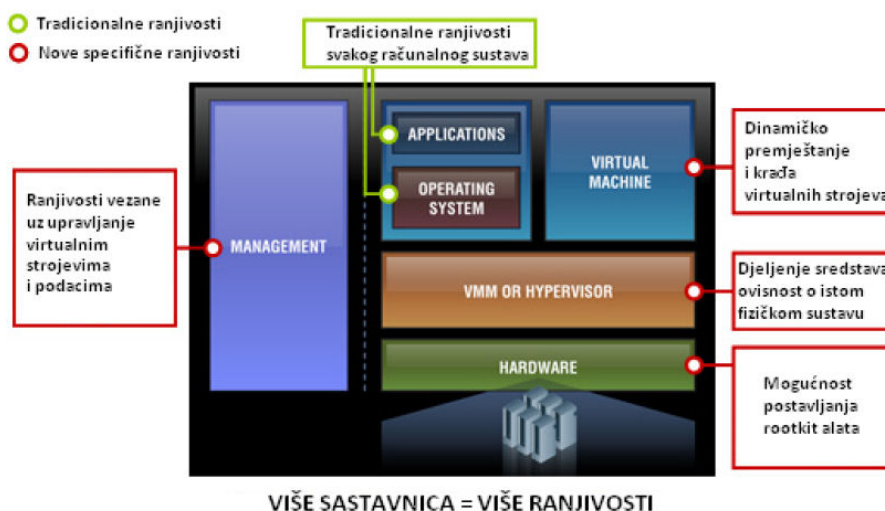
1. Zaštitu središnjeg sustava
2. Zaštitu sustava za virtualizaciju
3. Ispravnu izvedbu komunikacija između virtualnih sustava
4. Zaštitu svakog zasebnog virtualnog sustava

Dolazi se do zaključka da, uz sve sigurnosne prednosti koje ideja virtualizacije nosi, njezin razvoj zahtjeva osobit naglasak na izvedbi sigurnosnih mehanizama [3].

Slika 2.10 prikazuje nove prijetnje koje virtualizacija uvodi uz tradicionalne ranjivosti koje posjeduje svaki računalni sustav (kako stvarni tako i virtualni). One uključuju ranjivosti kod

upravljanja sustavom i podacima te mogućnost umetanja neželjenih alata (engl. *rootkit*) u virtualno sklopovlje.

Tim neželjenim (*rootkit*) alatima je osnovna zadaća omogućiti prikriveni rad određenih objekata ili čak neovlašteno udaljeno upravljanje sustavom. Oni prikrivaju tragove kompromitiranosti sustava štetnim programima. Ovisnost o istim fizičkim sredstvima znači da će pad fizičkog sustava izravno uzrokovati pad svih virtualnih sustava. Također, dinamičnost virtualnih strojeva, odnosno mogućnost da se pokrenu na bilo kojem fizičkom računalu povećava mogućnosti njihove krađe. Ono što je prednost kod forenzičkih metoda analize sustava, također može biti i ranjivost ukoliko se sustav kopira sa štetnim namjerama [3].



Slika 2.10 - Sigurnosne prijete virtualnim sustavima [3]

2.5 VIRTUALNI STROJ I NJEGOVA PROGRAMSKA RJEŠENJA

Gerald J. Popek i Robert P. Goldberg su 1974 godine točno definirali virtualni stroj kao učinkovita i izolirana kopija fizičkog stroja, odnosno računala, čija primjena nema direktne povezanosti sa hardverom računala hosta [4]. Dakle, virtualni stroj ili virtualno računalo je softverski program koji obavlja zadatke poput zasebnog fizičkog računala. Važno je napomenuti da je prije same primjene virtualizacije i virtualnog stroja potrebna provjera da li procesor fizičkog host računala ili servera podržava tehnologiju virtualizacije.

Virtualni strojevi su podijeljeni u dvije osnovne kategorije, na temelju njihove primjene i ovisnosti o pravom fizičkom stroju ili računalu:

- Virtualni stroj kao sistem - Predstavlja kompletnu platformu koja podržava izvođenje zasebnog operativnog sustava.

- Virtualni stroj kao jedan proces – Predstavlja izvođenje samo jednog programa koji podržava izvođenje samo jednog procesa.

Važna karakteristika virtualnog stroja je ograničenost softvera koji se izvodi u njemu na resurse koje mu omogućuje sami virtualni stroj, bez mogućnosti da prijeđe ograničenja svojeg virtualnog stroja.

Glavne prednosti virtualnog stroja:

- Više zasebnih okruženja operativnih sustava mogu postojati na jednom računalu, koje su u potpunosti izolirane jedna od druge
- Virtualni stroj može omogućiti drugačiji set instrukcija (ISA) od samog fizičkog računala
- Primjena, održavanje, visoka razina dostupnosti i izuzetno brzi oporavak od pada sistema

Glavni nedostaci virtualnog stroja:

- Sami virtualni stroj je manje učinkovit od fizičkog stroja kada je riječ o direktnoj povezanosti s hardverom
- U slučaju višestrukog rada više virtualnih strojeva na jednom fizičkom stroju, postoji mogućnost da svaki virtualni stroj prikaže različitu razinu stabilnosti i performansi, što uvelike ovisi o razini opterećenja drugih virtualnih strojeva, osim u slučaju korištenja metode vremenskih razmaka između rada virtualnih strojeva.

Postoji veliki broj programskih rješenja za virtualni stroj. Neka su licencirana, dok su neka besplatna. Svaki alat ima svoje karakteristike, prednosti i mane.

U nastavku su navedena četiri najčešća programska rješenja za virtualni stroj, njihove glavne karakteristike, te njihova usporedba.

2.5.1 VirtualBox

VirtualBox je virtualizacijski alat kojeg je izvorno razvila tvrtka Innotek, a dalje je razvijala tvrtka Sun Microsystems, koja je od 4. rujna 2009. u vlasništvu tvrtke Oracle Corporation. Nakon kupovine Sun-a od strane Oracle, VirtualBox je promijenio naziv u Oracle VirtualBox. Prvo besplatno izdanje alata pojavilo se 2007. godine. Prije nego što je postao potpuno besplatan alat, VirtualBox bio je licenciran kao tzv. „proprietary“ alat. To znači da se njegova uporaba naplaćivala. Također, postojala je zaštita autorskih prava i izvornog koda te ograničenja na način na koji ih korisnici mogu koristiti (kopirati, distribuirati). Danas je dostupan kao besplatan alat slobodan za neograničenu uporabu, ali uz određene dodatke za koje je potrebno doplatiti. Na VirtualBox virtualnom stroju može istovremeno nezavisno raditi nekoliko operacijskih sustava. Svi međusobno,

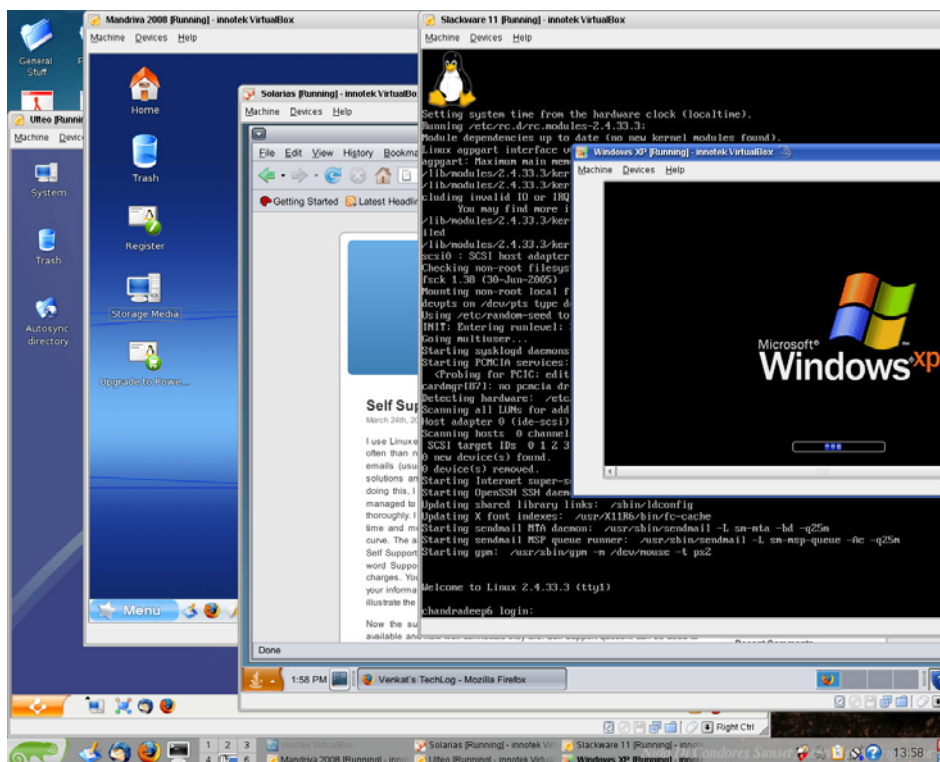
uključujući i OS domaćina mogu komunicirati preko zajedničkog međuspremnik ili koristeći mrežne veze. Virtualizacije sklopovlja pohranjuju se u VDI (engl. *Virtual Disk Images*) format. Moguće je čitati i pisati VMware VMDF (engl. *Virtual Machine Disk Format*) i Microsoft VHD (engl. *Virtual Hard Disk*) datoteke. Virtualno okruženje uključuje emulaciju mrežnih, grafičkih i zvučnih kartica pa se velik dio sustava može pokretati i bez instalacije pogonskih alata [3].

Podržani OS koji mogu raditi kao domaćini za VirtualBox:

- Microsoft Windows (sve verzije)
- Solaris
- Linux
- Mac OS X, FreeBSD (Još uvijek u fazi eksperimentiranja)

Podržani OS koji mogu raditi kao virtualni strojevi na alatu VirtualBox:

- Microsoft Windows (sve verzije)
- Solaris
- Linux
- FreeBSD, OpenBSD, DragonflyBSD, SkyOS



Slika 2.11 - VirtualBox pogoni pet virtualnih strojeva istovremeno sa različitim platformama OS

2.5.2 XEN

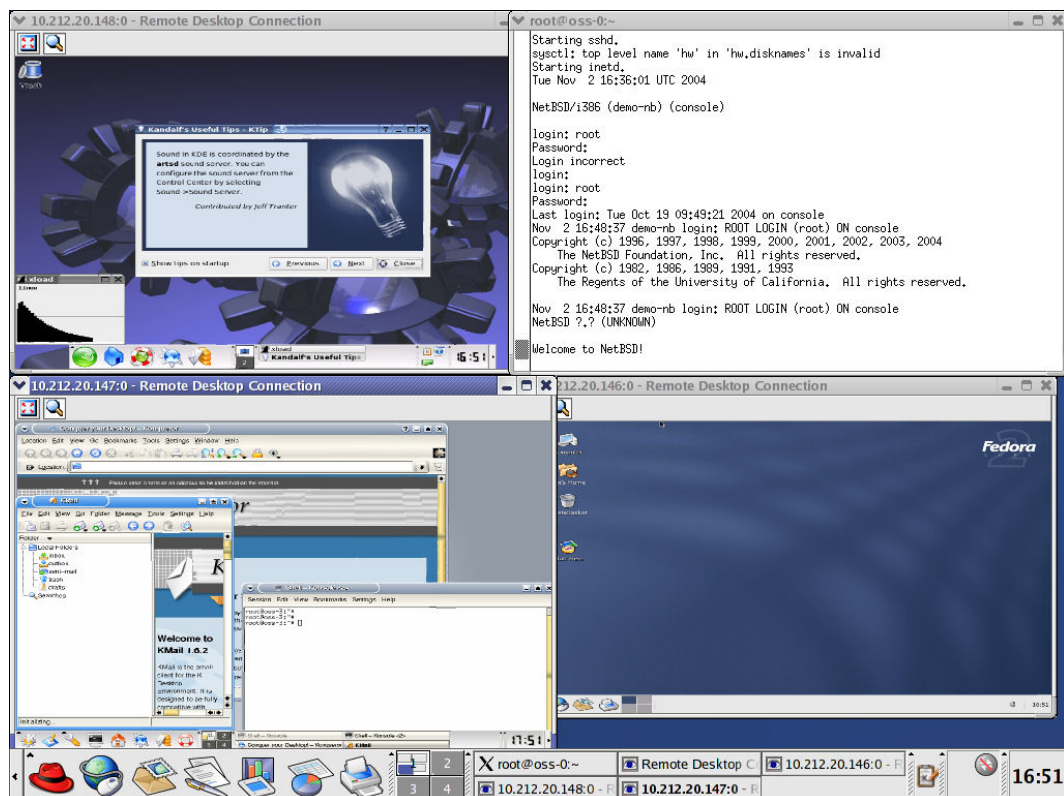
Xen je prvotno bio istraživački projekt Cambridge sveučilišta. Projekt je vodio stariji predavač na sveučilištu Ian Pratt i ujedno osnivač tvrtke XenSource, Inc, koja je kasnije i izdala Xen. Prva inačica programa Xen pojavila se 2003 godine. Xen je potpuno besplatni VMM program koji omogućuje virtualizaciju na x86, x86-x64, Itanium i PowerPC 970 arhitekturama [5].

Podržani OS koji mogu raditi kao domaćini za Xen:

- Linux
- NetBSD
- Solaris

Podržani OS koji mogu raditi kao virtualni strojevi na Xen-u:

- Linux
- NetBSD, FreeBSD
- Solaris
- Microsoft Windows XP (Xen 3.0 uz procesorsku podršku za virtualizaciju)



Slika 2.12 - Xen program pogoni četiri virtualna stroja; tri Linux platforme i jedna NetBSD

2.5.3 VMware

VMware je vodeći proizvođač virtualizacijske programske podrške. Osnovan je 1998. godine, i u većinskom je vlasništvu EMC Corporation tvrtke. VMware je licenciran kao već spomenuti “proprietary” proizvod. Virtualne okoline emuliraju cjelokupno sklopovlje, tj. mrežne i diskovne uređaje, video pretvarače, uključujući i USB priključke što većina drugih virtualnih strojeva ne podržava [3].

Neki od VMware proizvoda su:

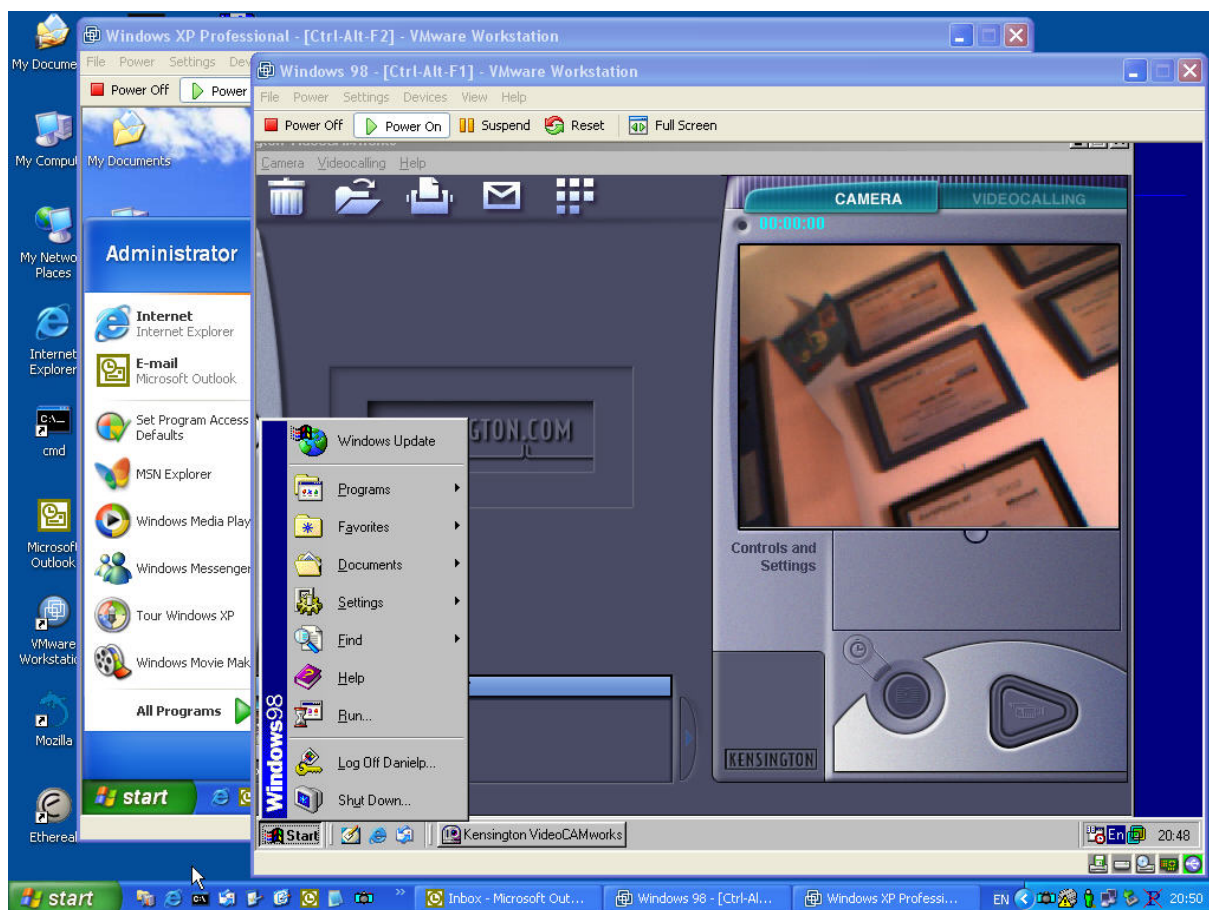
- VMware Workstation – omogućuje emulaciju više različitih x64-x86 sustava na jednom računalu
- VMware Fusion – ima istu funkcionalnost kao prethodni alat, no namijenjen je Intel Mac sustavima
- VMware Player – riječ je o besplatnoj inačici VMware virtualnog stroja koja je dostupna za osobnu primjenu
- VMware ESX – već spomenuti korporativni sustav koji se izvodi izravno na sklopovlju čime se bitno poboljšavaju njegove performanse
- VMware Server – je program koji se izvodi iznad operacijskog sustava i omogućuje stvaranje više virtualnih sustava, a dostupan je besplatno kao i VMware Player

Podržani OS koji mogu raditi kao domaćini za VMware:

- Linux
- Windows
- Mac OS X

Podržani OS koji mogu raditi kao virtualni strojevi na Xen-u:

- Windows
- Solaris
- Linux



Slika 2.13- VMware program pogoni dva virtualna stroja: Windows XP i Windows 98

2.5.4 Windows Virtual PC

Kao četvrti navedeni alat je Windows Virtual PC od tvrtke Microsoft. Prijašnje verzije tog programa zvale su se Microsoft Virtual PC i Connectix Virtual PC. Windows Virtual PC je besplatan program i u svojoj zadnjoj verziji službeno radi samo na host računalima s Windows 7 operativnim sustavom, te nudi rad na virtualnim strojevima samo s Windows 7 operativnim sustavom. Postoji mogućnost rada i na host računalima s ostalim operativnim sustavima poput Linuxa, ali oni službeno nisu podržani. U prijašnjim verzijama poput Microsoft Virtual PC 2007 kao host i guest operativni sustavi mogle su se koristiti gotovo sve verzije Windowsa.

Windows Virtual PC nema toliko široku primjenu kao prva tri spomenuta alata upravo zbog ograničenosti rada na i s više operativnih sustava osim Microsoft Windowsa. No i kao takav nailazi na određenu širinu primjene među korisnicima koji rade samo na Windows operativnim sustavima.

2.5.5 Usporedba programskih rješenja

Četiri navedena programska rješenja za virtualni stroj su odabrana jer je njihova primjena najčešća, unatoč što postoji još veliki broj dostupnih programskih rješenja. Među ta četiri navedena alata možda je prema performansama i širini mogućnosti VMware najbolje rješenje, no njegove inačice dostupne su isključivo uz kupnju licenci.

VirtualBox je po performansama i širini mogućnosti rame uz rame uz VMware inačicama, no njegova prednost je što je u velikoj mjeri besplatan. Za kernel, RDP⁶ i USB podršku je potrebna kupovina licence. No postoje određene besplatne verzije koje nude tu podršku i bez kupovine licence. Upravo te verzije predstavljaju idealno programsko rješenje za virtualni stroj.

Xen nudi podršku za veći broj arhitektura i UNIX sustava od ostala tri rješenja, ali njegova učinkovitost uvelike zaostaje i zahtjeva prilagodbu virtualnog OS. Xen je pogodniji za korisnike UNIX/Linux sustava, dok će Mac OS X i Windows korisnici više koristiti ostvariti od drugih triju izvedbi. Za razliku od Xen-a i VirtualBox-a koje je moguće prebacivati na druge procesore prilikom rada, to nije moguće na svim VMware sustavima. Xen također nema podršku za virtualni USB priključak.

Windows Virtual PC i njegove prijašnje verzije pod imenima Microsoft Virtual PC i Connectix Virtual PC, kako je već ranije spomenuto, imaju podršku isključivo za Microsoft Windows operativne sustave. Detaljniji tablični prikaz usporedbe svih navedenih programskih rješenja je moguće vidjeti u Prilogu 1.

⁶ RDP (engl. *Remote Desktop Protocol*) – Licencirana Microsoft tehnologija udaljenog rada na računalu

3 VIRTUALNI SERVER NA PROJEKTU „KEY MANHATTAN“

Cilj projekta je bio remont naftne platforme Key Manhattan u vlasništvu tvrtke Transocean uz strogo zadane vremenske okvire naručitelja. Remont se izvodio na brodogradilištu Nauta Lamjana u mjestu Kali na otoku Ugljanu. Vremenski period projekta je bio od 9 mjeseca 2009. do konačnog isplovljavanja platforme u 3. mjesecu 2010. godine.



Slika 3.1 - Brodogradilište Nauta Lamjana (naftna platforma Key Manhattan u pozadini)

Sveukupni projekt se sastojao od izrade tzv. „as-built“ projektne dokumentacije za već izvedeno stanje radova, izrade nove projektne dokumentacije po kojoj su se novi radovi odvijali, te od samih radova na platformi koji su sadržavali popravak svih oštećenih dijelova platforme i izradu novih dijelova. Pod te dijelove se smatraju cjevovodi, oslonci cjevovoda i sve ostale čelične konstrukcije.

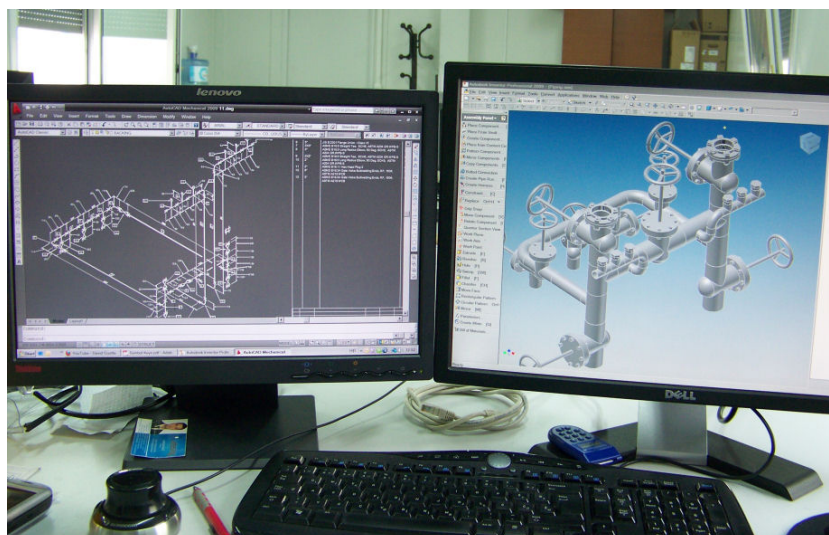
Dio sveukupnog projekta remonta naftne platforme Key Manhattan na koji se odnosi ovaj diplomski rad je bio vezan isključivo za projektni dio radova, odnosno već spomenutu izradu „as-built“ projektne dokumentacije za izvedeno stanje radova te izradu nove projektne dokumentacije za nove radove.

Priroda takvog projekta zahtijevala je prisutnost projektanta na mjestu radova na gradilištu uz česte odlaske na samu platformu radi obavljanja pregleda izvedenog stanja ili pregleda i mjerenja mjesta budućih radova (Slika 3.2). Na gradilištu je postojao veliki broj tvrtki koje su radile na projektu. Glavni naručitelj je bila velika američka kompanija Transocean koja je ujedno bila i vlasnik naftne platforme i tvrtka Lamprell sa sjedištem u gradu Dubai, čiji je glavni zadatak bio projektni dio posla. Posao izrade dokumentacije zahtijevao je komunikaciju na engleskom jeziku i dobru suradnju sa inženjerima različitih nacionalnosti, od kojih su većinom prevladavali amerikanci i indijci.



Slika 3.2 - Mjerenje cjevovoda na platformi prije izrade 3D modela i dokumentacije

Nakon izvršenih mjerenja, pregleda stanja na platformi, te izvršenih dogovora sa nadležnim inženjerima tvrtke Lamprell moglo se započeti sa izradom 3D modela i dokumentacije. Opseg radova na naftnoj platformi je bio velik i samim time je i količina izrađene projektne dokumentacije na projektu je bila velika, uz 145 izrađenih projektnih dokumenata te izuzetno veliki broj naknadnih revizija uslijed dodatnih izmjena i dorada na zahtjev naručitelja. Prosječni broj revizija po dokumentu iznosio je 5,3.



Slika 3.3 - 3D model i dokumentacija dijela cjevovoda naftne platforme

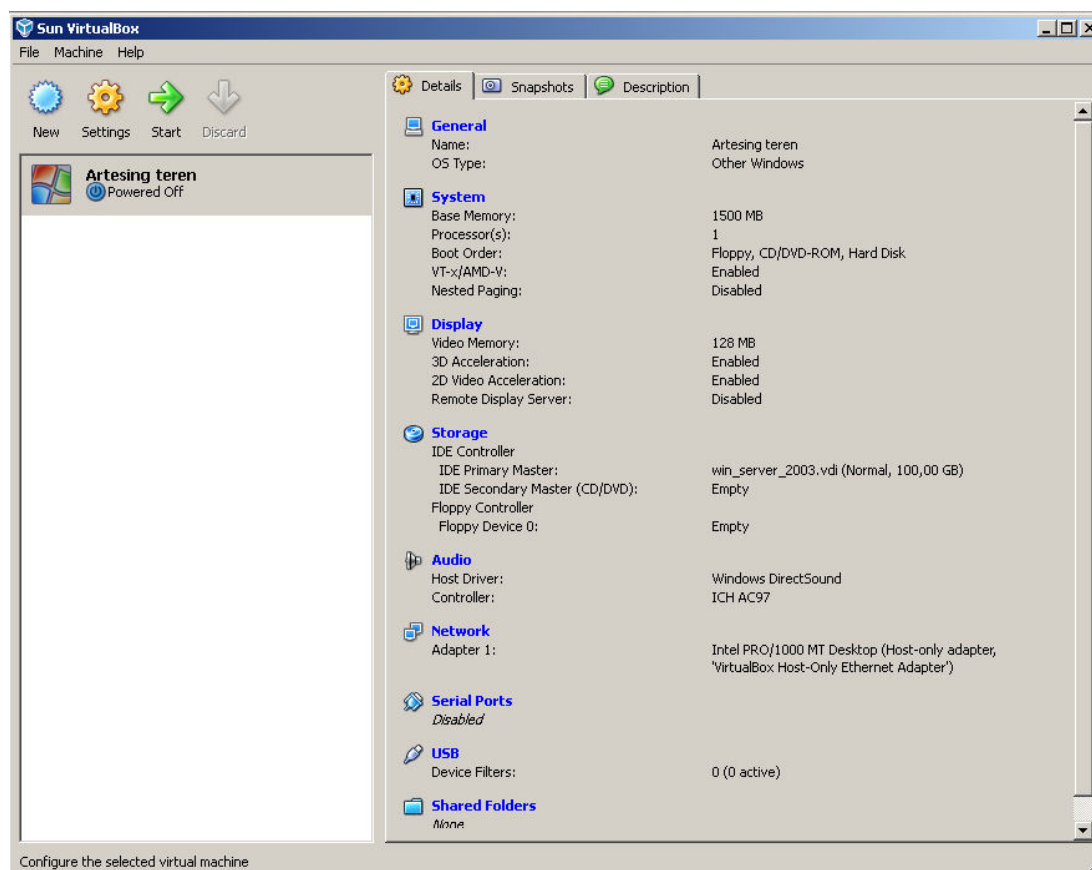
Svaka izrada projektne dokumentacije zahtjeva pravilnu organizaciju i vođenje, pogotovo ako je u pitanju veći projekt. Navedeno je postignuto korištenjem računalne tehnologije – jakih radnih stanica za izradu 3D modela i same dokumentacije; glavnim serverom za pohranu podataka i dokumentacije; te s kvalitetnom mrežnom infrastrukturom koja je sve to povezivala. Radne stanice i server su opremljene adekvatnom programskom podrškom za izradu dokumentacije, njenu organizaciju i praćenje revizija, te s bazom podataka standardnih dijelova i naknadno izrađenih standardnih dijelova. Međutim, takva dobra organizacija je prisutna u sjedištu tvrtke, te bilo je potrebno prenijeti takav stupanj organizacije na gradilište i otežane uvjete na terenu bez gubitka na brzini izrade i kvaliteti dokumentacije.

Radne stanice i mrežna infrastruktura koja ih je povezivala je bila uredno prenesena, međutim veza za glavnim serverom kojeg nije bilo moguće fizički odnijeti iz sjedišta tvrtke je morala biti putem Internet veze. Međutim, dostupna internet veza na gradilištu bila je nekvalitetna, zagušena i spora za potrebe učestalog povezivanja s glavnim serverom i prijenosom podataka. Takva kvaliteta internet veze stvarala je velike probleme i zastoje u radu, koji su se pak manifestirali s velikim gubicima jer je projekt ima unaprijed zadan vremenski rok.

Potrebno je bilo uvođenje zasebnog fizičkog servera na gradilištu, koji bi bio direktno umrežen s već postojećom prenesenom mrežnom infrastrukturom. Međutim, nabavka takvog novog fizičkog servera predstavljala je potencijalni veliki utrošak vremena i sredstava za nabavku, softversku pripremu za rad, fizičko umrežavanje te otežanu mobilnost u slučaju preseljenja na novu lokaciju ili povratak u sjedište tvrtke. Rješenje svih navedenih problema oko uvođenja novog fizičkog servera je bila upravo primjena virtualnog servera. U sljedećim poglavljima detaljno je objašnjen postupak primjene virtualnog servera na projektu Key Manhattan.

3.1 PROGRAMSKO RJEŠENJE I HOST RAČUNALO VIRTUALNOG SERVERA

Odabir programskog rješenja za virtualni server je pao na program VirtualBox tvrtke Sun Microsystems, ranije već spomenut u ovom radu. VirtualBox ima sve karakteristike potrebne za kvalitetno izvođenje virtualnog servera, te je u potpunosti besplatan. Verzija koja se koristila pri korištenju virtualnog servera je „Sun VirtualBox v3.1.2 r56127“.



Slika 3.4 – Programsko sučelje odabranog alata VirtualBox

Kao host računalo je prvotno odabrana jedna od radnih stanica, koja je tada imala dvije svrhe - kao radna stanica i kao glavni server.

Osnovne karakteristike odabrane radne stanice:

- Dvojezgreni procesor Intel Core2Duo e6750 (Radni takt 2x2,67GHz, 4MB cache memorije)
- Kapacitet radne memorije 8GB, Corsair 800Mhz, DDR2
- Hard disk Samsung 500GB
- Grafička kartica PNY Nvidia Quadro FX570
- Operativni sustav: Microsoft Windows XP Professional x64

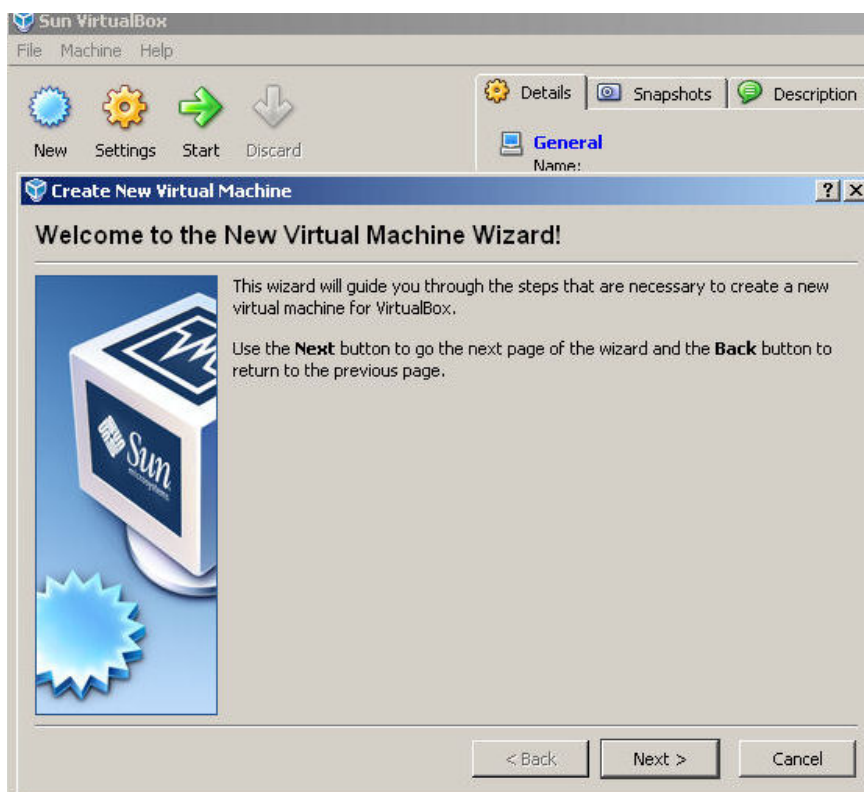
Naknadno je izvršena promjena host računala na uredsko računalo Lenovo, koje je bilo dano na korištenje od naručitelja. Razlog prelaska je smanjenje opterećenja radne stanice, te neovisnost rada virtualnog servera o radu radne stanice (povremeno resetiranje radne stanice koje direktno utječe na gašenje virtualnog servera).

Osnovne karakteristike novog host računala (Lenovo Thinkcentre uredsko računalo):

- Dvojezgreni procesor Intel Core2Duo e7300
- Kapacitet radne memorije 2GB
- Hard disk kapaciteta 250GB
- Operativni sustav: Microsoft Windows XP Professional

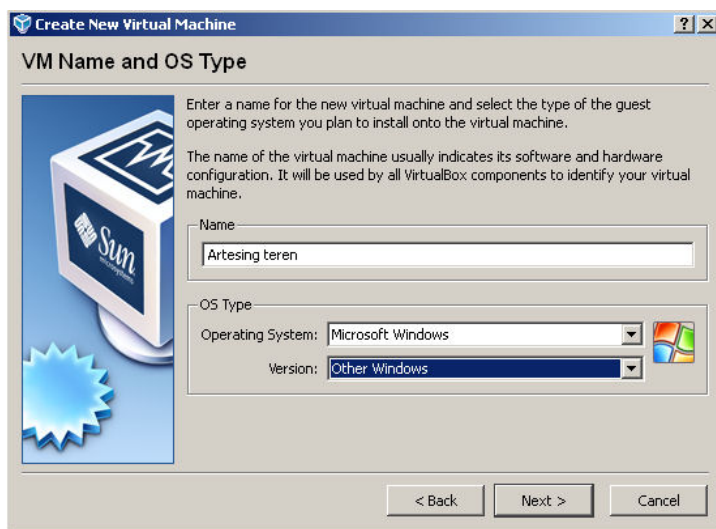
3.2 POSTAVLJANJE VIRTUALNOG SERVERA

Prvi korak pri postavljanju virtualnog servera je instalacija programskog rješenja za virtualni stroj/server na host računalo - u ovom slučaju alata VirtualBox. Po završenoj instalaciji potrebno je napraviti/postaviti virtualni stroj koji će nakon instalacije operativnog sustava i svih potrebnih programskih alata postati virtualni server. Pokreće se program VirtualBox, te se odabire opcija *New* u alatnoj traci (Slika 3.5), nakon koje se otvara prozor koji vodi u daljnji postupak izrade virtualnog stroja.



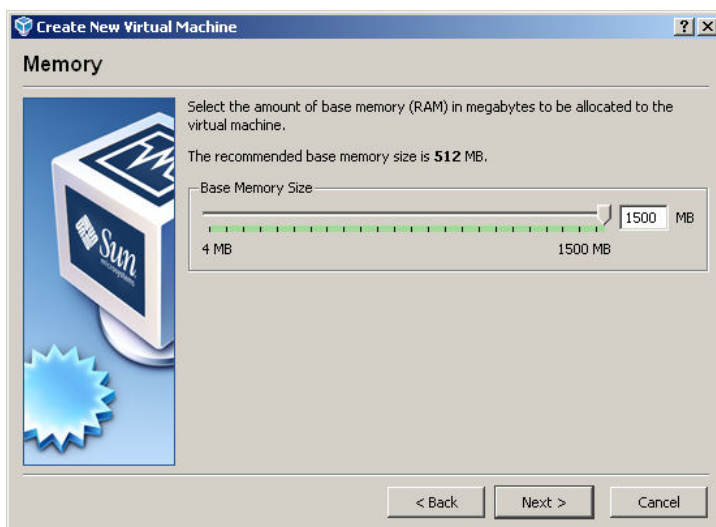
Slika 3.5 – Početak izrade novog virtualnog stroja

U sljedećem prozoru/koraku se upisuje naziv virtualnog stroja, te se odabire vrsta operativnog sustava koji će biti instaliran. U ovom slučaju virtualni stroj je nazvan *Artesing teren* i odabire se operativni sustav Microsoft Windows. (Slika 3.6).

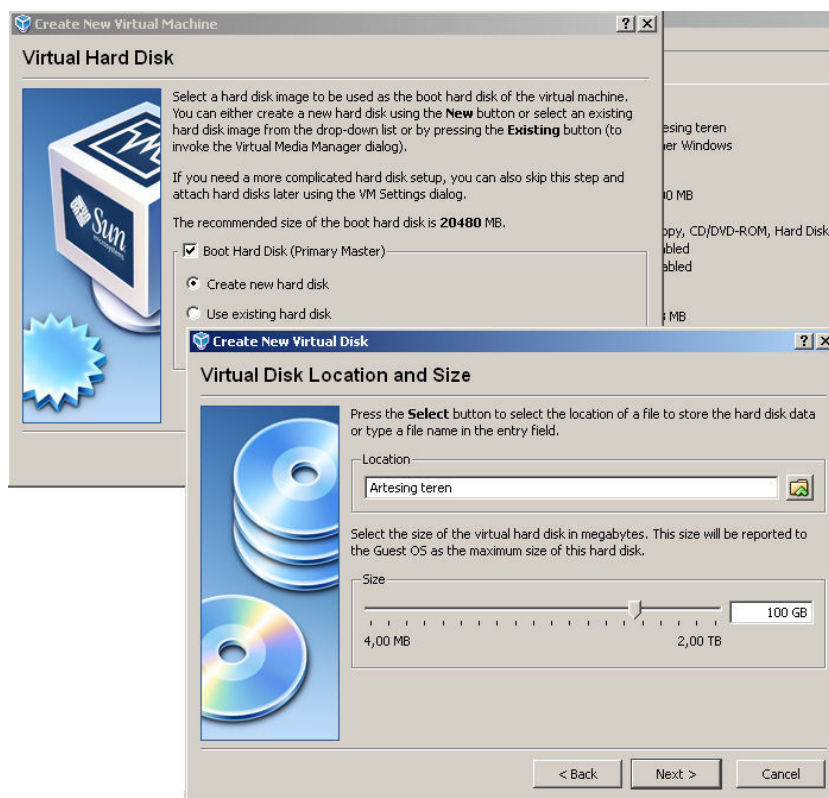


Slika 3.6 - Odabir naziva virtualnog stroja i tipa OS koji će raditi na njemu

Slika 3.7 i Slika 3.8 prikazuju postupak odabira količine radne memorije (ovisno o količini radne memorije host računala), te postupak izrade virtualnog hard diska virtualnog stroja. Odabrana količina radne memorije za virtualni stroj je bila 1500MB, koja je ujedno i maksimalna na svim 32 bitnim verzijama operativnih sustava host računala. U slučaju 64 bitnog OS host računala, bilo bi moguće odabrati i više radne memorije. Za kapacitet hard diska je bilo odabrano proizvoljno 100GB, ali uz opciju automatskog dinamičkog povećanja kapaciteta u slučaju potrebe.

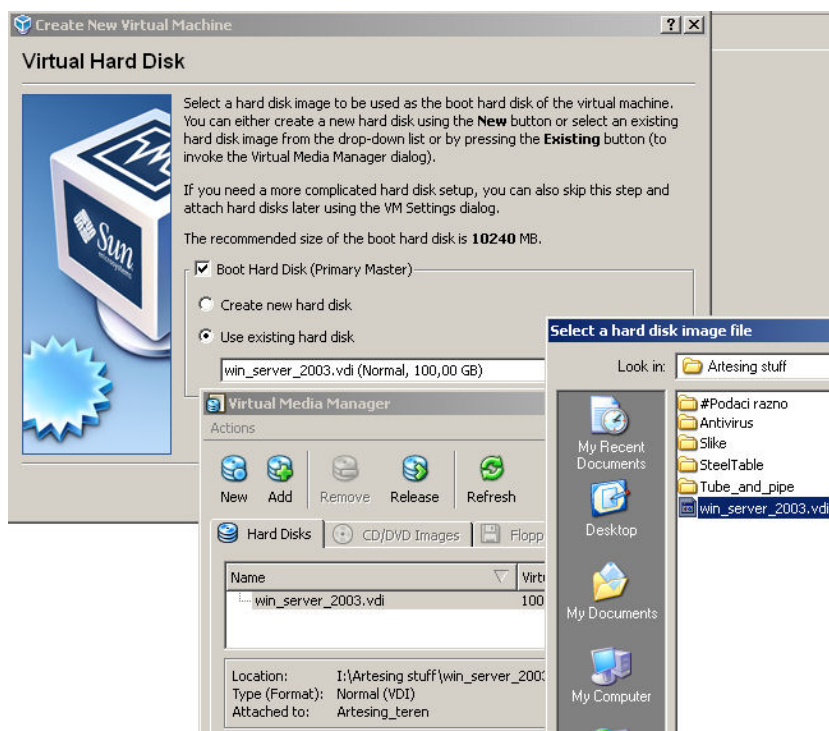


Slika 3.7 - Odabir količine radne memorije virtualnog stroja



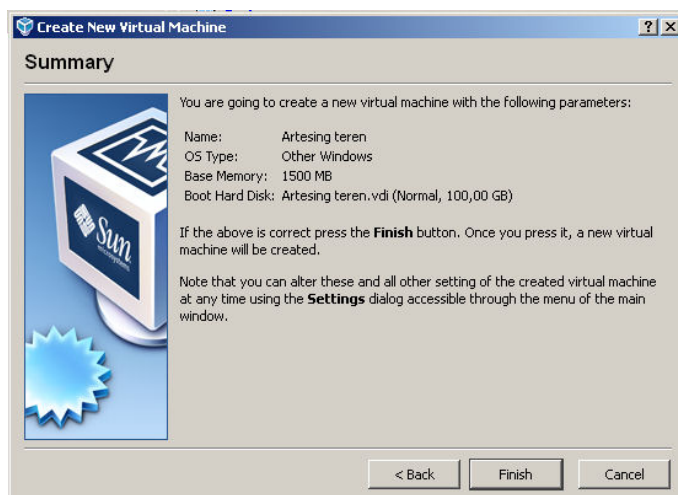
Slika 3.8 - Izrada hard diska virtualnog stroja

Osim izrade hard diska virtualnog stroja, moguće je i odabrati već prijašnje izrađen virtualni hard disk virtualnog stroja. U tom slučaju se odabire opcija *Use existing hard disk*, kao što prikazuje Slika 3.9.



Slika 3.9 - Odabir postojećeg hard diska virtualnog stroja

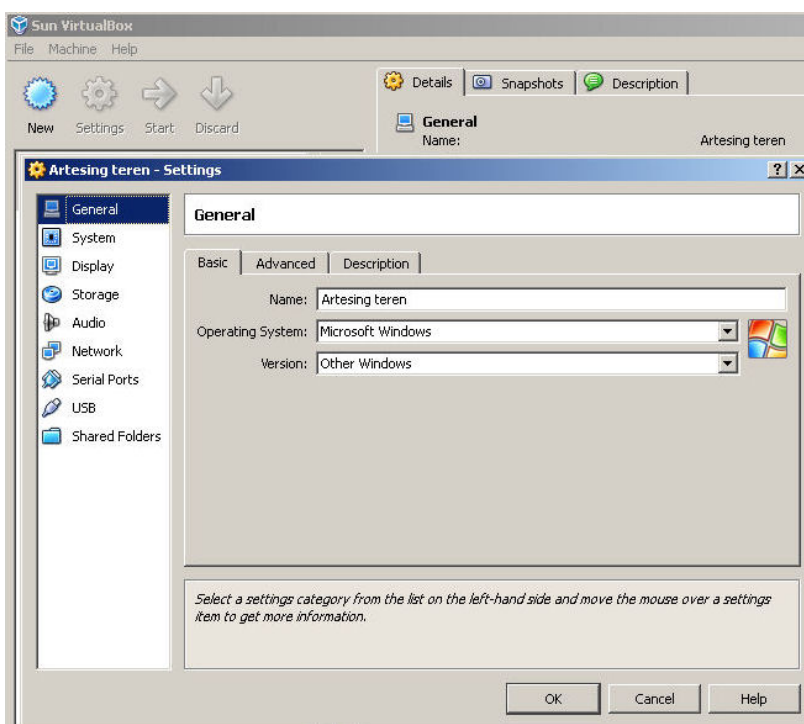
Po završetku izrade hard diska (ili odabira postojećeg hard diska) završava i prvi korak postavljanja virtualnog servera, te je virtualni stroj završen i spreman za instalaciju operativnog sustava (*Slika 3.10*).



Slika 3.10 - Završena izrada virtualnog stroja

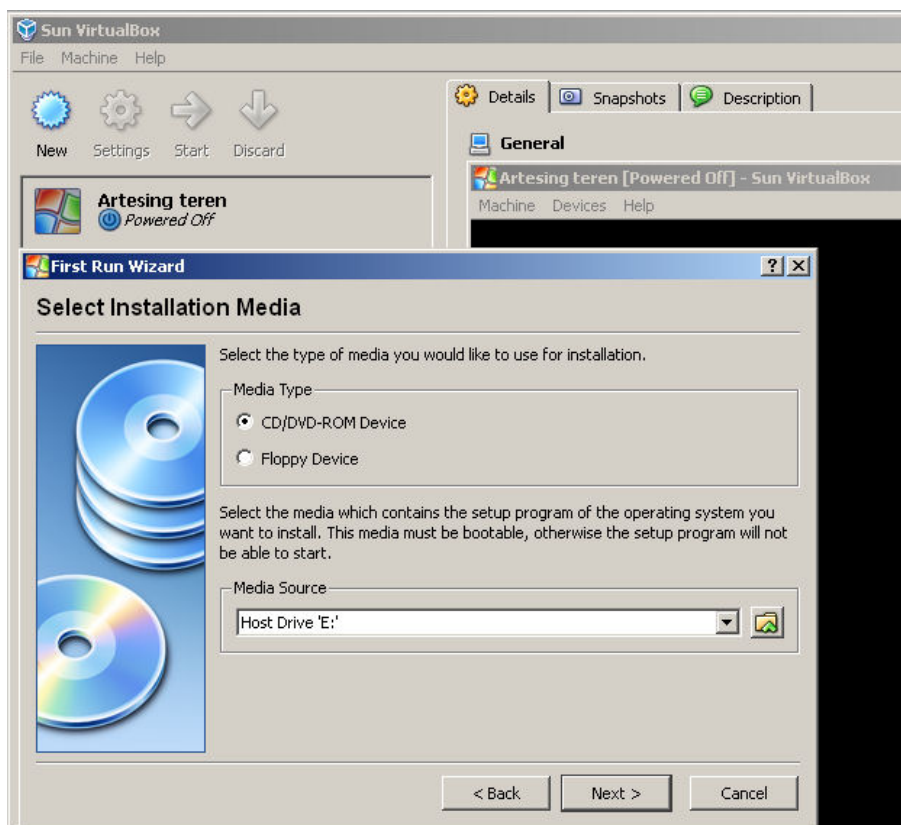
3.3 OPERATIVNI SUSTAV VIRTUALNOG SERVERA

Za virtualni server odabran je operativni sustav Microsoft Windows Server 2003. Prije same instalacije poželjno je u postavkama virtualnog stroja postaviti željene opcije. To se radi preko naredbe *Settings* u alatnoj traci, nakon čega se otvara prozor s postavkama (*Slika 3.11*). No to nije nužno, jer se isto može učiniti i nakon instalacije operativnog sustava jer je svakako potrebno još postaviti mrežu nakon instalacije.



Slika 3.11 - Prozor sa postavkama virtualnog stroja

Sam postupak instalacije operativnog sustava je identičan kao na fizičkim računalima. Prije samog početka instalacije, virtualni stroj se „upali“ naredbom *Start* u alatnoj traci, te se tada pojavljuje prozor u kojem se odabire CD/DVD pogon fizičkog računala u kojem se nalazi instalacijski CD operativnog sustava, u ovom slučaju Microsoft Windows Server 2003 (*Slika 3.12*).



Slika 3.12 - Prvo paljenje virtualnog stroja i postupak prije početka instalacije OS

Po završetku instalacije operativnog sustava prije samog spajanja na mrežu i internet, potrebna je instalacija antivirusnog i firewall programa radi zaštite virtualnog servera, kao i ograničavanja pristupa samo određenim korisnicima. Odabrani antivirusni program je bio *ClamWin Free Antivirus*, dok je odabrani firewall program bio *Sygate Personal Firewall Pro*.

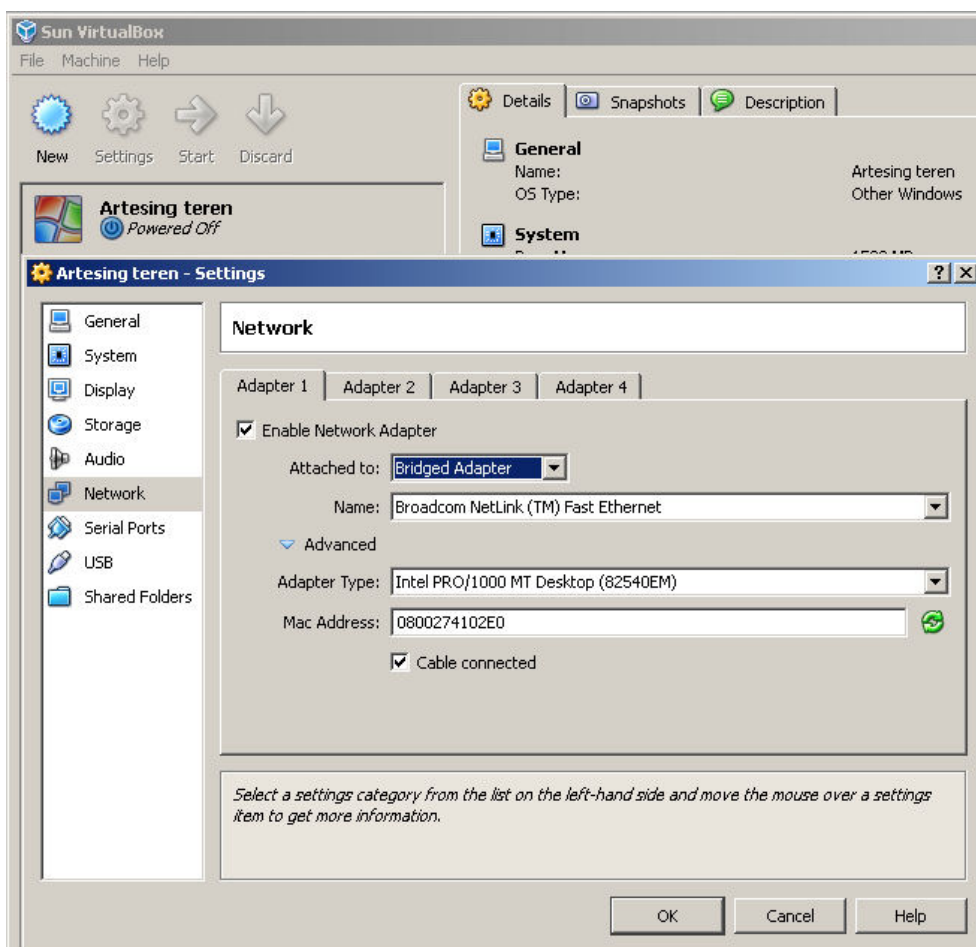
Preko firewall programa serveru je bio omogućen pristup samo radnim stanicama, te je tako bio zaštićen od pristupa drugih računala na mreži gradilišta. Metoda filtriranja pristupa ostvarena je preko fizičkih MAC⁷ adresa radnih stanica. Osim toga, kao dodatne mjera zaštite prije prijave i ulaska u operativni sustav virtualnog servera potrebno je upisati korisničko ime i šifru koja je dostupna samo administratoru.

⁷ MAC (engl. *Media Acces Control*) – Jedinstveni označivač ili ključ koji se nalazi u svim mrežnim uređajima

3.4 POSTAVLJANJE MREŽE VIRTUALNOG SERVERA

Po završetku instalacije operativnog sustava virtualnog servera i nakon instalacije i postavljanja sigurnosnih antivirus i firewall programa slijedi postavljanje mreže virtualnog servera. Nakon umrežavanja virtualni server će biti na računalnoj mreži te će se ponašati, biti dostupan i imati funkciju istu kao i zaseban fizički server. Internet konekciju će također imati omogućenu preko host računala.

Postavljanje mreže virtualnog stroja se izvedeno je iz dva koraka. Prvi korak sadrži postavljanje preko naredbe *Settings* u alatnoj traci programa VirtualBox. Po otvaranju prozora postavki odlazi se na *Network* opciju gdje se detaljno vrši postavljanje mreže po želji. Virtualni server ima svoju virtualnu mrežnu karticu, koja je spojena preko *Bridged Adapter* opcije s mrežnom karticom host računala. Takvim načinom virtualni server dijeli mrežu i internet konekciju s host računalom, ali ujedno ima svoje zasebne mrežnu IP i fizičku MAC adresu kao što bi imao i fizički server. *Slika 3.13* prikazuje točan odabir postavki za ovakav opisan način rada mreže virtualnog servera na projektu „Key Manhattan“.

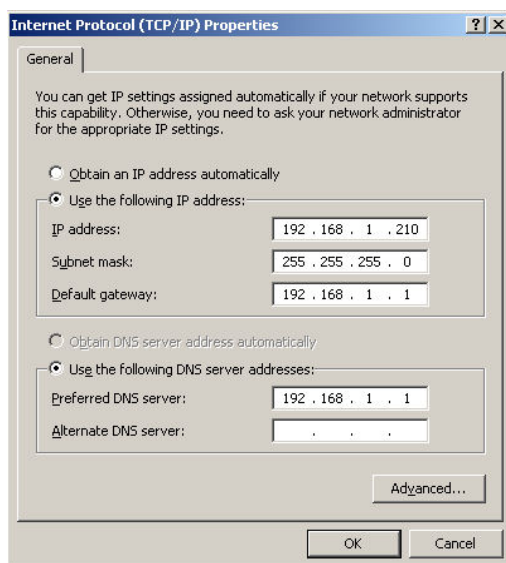


Slika 3.13 - Prikaz točnih korištenih mrežnih postavki virtualnog servera u programu VirtualBox

Uz *Bridged Adapter* opciju postoji još opcija, odnosno načina za spajanje sa mrežnom karticom host računala. To su opcije *NAT*, *Internal Network* i *Host-only adapter*. Razlog odabira *Bridged Adapter* opcije je mogućnost zasebne i odabrane IP⁸ adrese koja je od velike važnosti pri radu virtualnog servera, te dostupne Internet konekcije koja se dijeli sa host računalom, dok ostale opcije nemaju te mogućnosti.

Drugi korak sadrži postavljanje IP adresa u mrežnim postavkama unutar operativnog sustava virtualnog servera. Kod drugog koraka moguća su dva rješenja postavljanja IP adresa. Prvo rješenje je prepuštanje da se virtualnom mrežnom adapteru automatski dodijeli IP adresa putem DHCP (engl. *Dynamic Host Configuration Protocol*). DHCP je protokol koji omogućuje automatsko zadavanje mrežnih adresa računalu kako bi ono moglo komunicirati s mrežom i ostalim računalima na mreži, te ujedno onemogućuje konflikt dvije iste IP adrese na mreži.

Drugo rješenje je ručno postavljanje IP adrese mrežnom adapteru virtualnog stroja, koje dodjeljuje sistem administrator. Prednost ovakvog načina je statična IP adresa koja ne zadaje poteškoće automatskom spajanju na virtualni server programa za projektiranje i upravljanje podataka koji su instalirani na radnim stanicama. Nedostatak je mogućnost pojave iste takve IP adrese nekog drugog računala na mreži koja tada rezultira konfliktom adresa i problemima u konekciji. Takva pojava je najčešća kod neurednih mreža bez pravilne administracije svih spojenih računala. *Slika 3.14* prikazuje ručno postavljanje IP adresa na virtualnom serveru projekta „Key Manhattan“. U istom adresnom rangu postavljene su i IP adrese svih radnih stanica koje se spajaju na virtualni server, uz različite brojeve na kraju adrese (192.168.1.xxx). Zadnja brojka ima rang od 1 do 255, pri čemu se dodjeljuju slobodni brojevi unutar mreže (nisu dodijeljeni drugim računalima).



Slika 3.14 - Prikaz točnih korištenih IP adresa virtualnog servera unutar operativnog sustava

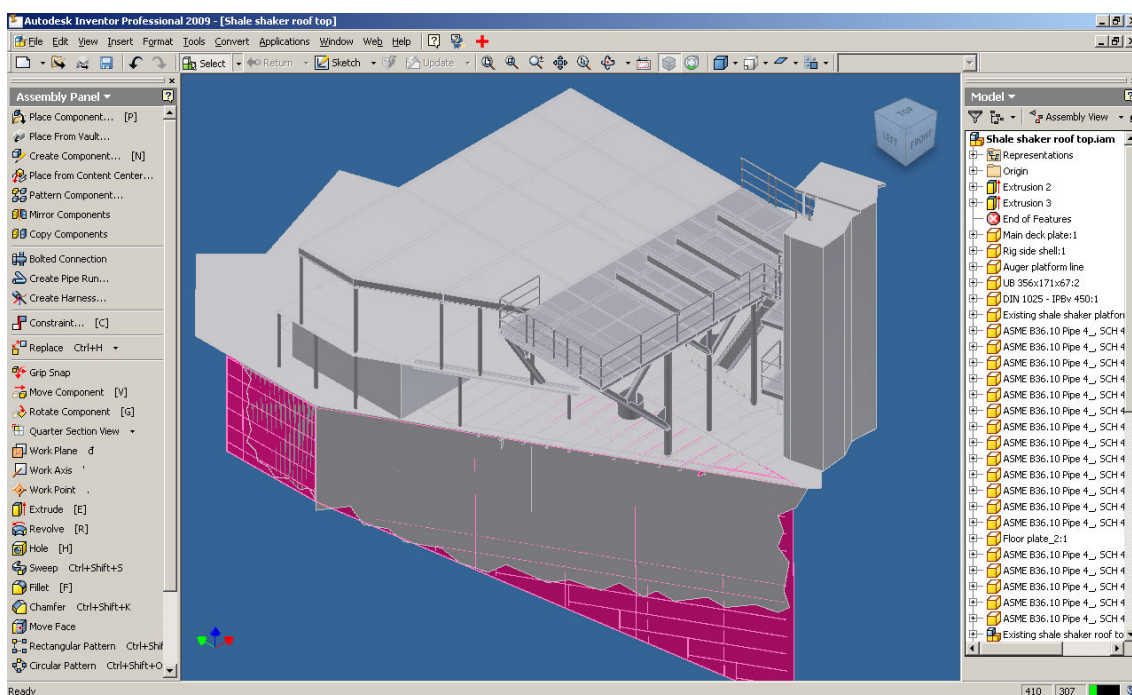
⁸ IP adress (engl. *Internet Protocol adress*) – Jedinstvena brojčana oznaka računala na mreži ili internetu.

3.5 PROGRAMSKO RJEŠENJE ZA UPRAVLJANJE DOKUMENTIMA

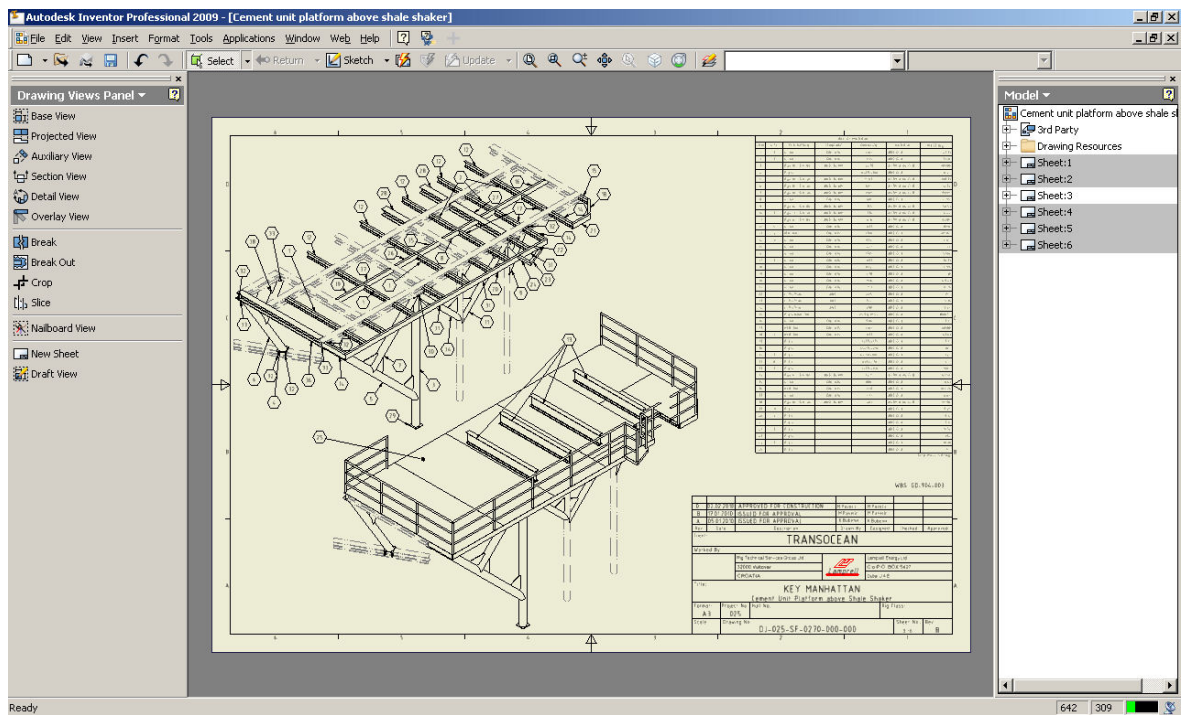
Završetkom postupka umrežavanja, virtualni server je spreman za instalaciju programske podrške za upravljanje dokumentima i bazom podataka. Odabrano programsko rješenje je Autodesk Vault 2009. Autodesk Vault 2009 je programsko rješenje tvrtke Autodesk za upravljanje dokumentima i bazom podataka standardnih dijelova. Dio je Autodesk Inventor Professional 2009 paketa programa koji je bio u potpunosti korišten na projektu Key Manhattan za projektiranje, izradu realnih 3D modela, radioničke dokumentacije i za kontrolu, upravljanje i organizaciju dokumentacije i baze podataka. Autodesk Inventor Professional 2009 paket programa sadrži:

- **Autodesk Inventor Professional 2009**

Programsko rješenje za izradu i detaljno parametarsko projektiranje realnih 3D modela. Realni 3D model se izrađuje pomoću parametarski određenih 2D skica, koje pomoću dostupnih alata postaju model. Takvim načinom se izrađuju dijelovi koji se naknadno ubacuju u sklop te njihovim povezivanjem se dobiva cjelina nekog složenog predmeta. Također, uz posebno izrađene dijelove, sklop sačinjavaju i standardni dijelovi koji su dostupni u bazi podataka. Sklop uz dijelove i standardne dijelove može sadržavati i manje podsklopove. Sklop može sadržavati od nekoliko dijelova i podsklopova do nekoliko tisuća dijelova i desetke podsklopova, ovisno o težini i opsegu projekta (*Slika 3.15*). Uz mogućnost 3D modeliranja, Inventor uz pomoć posebnih modula ima mogućnost složenijih modeliranja cjevovoda, objekata ili postrojenja, kao i izračune i provjere naprezanja i dinamičkih karakteristika. Po završetku izrade 3D modela nekog predmeta ili sklopa, Inventor ima mogućnost generiranja radioničke dokumentacije iz gotovih modela (*Slika 3.16*).



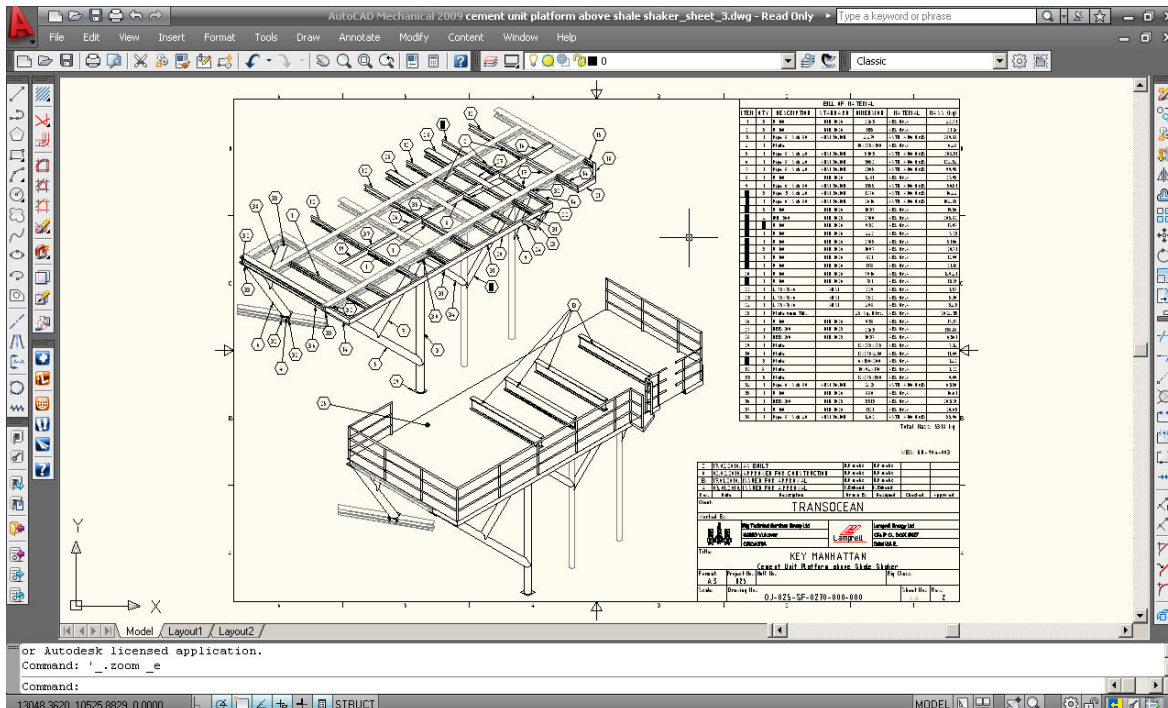
Slika 3.15 - Programsko sučelje programa Autodesk Inventor 2009 uz otvoreni sklop



Slika 3.16 - Dorada generirane radioničke dokumentacije u programu Autodesk Inventor 2009

Autodesk AutoCAD 2009

Programsko rješenje za 2D tehničko crtanje dokumentacije, ili može služiti kao pomoćni alat uz Inventor za doradu već generirane 2D dokumentacije. Slika 3.17 prikazuje završno doradivanje generirane radioničke dokumentacije iz Inventora na projektu Key Manhattan.



Slika 3.17 – Prikaz sučelja i završne dorade radioničke dokumentacije u programu AutoCAD

- **Autodesk Design Review 2009**

Programsko rješenje za pregled tehničke dokumentacije. Pomoću njega je moguće uz pregled označiti uočene pogreške ali bez samih izmjena dokumentacije.

- **DWG TrueView 2009**

Alat za brzo pregledavanje tehničke dokumentacije izrađene u DWG datotekama.

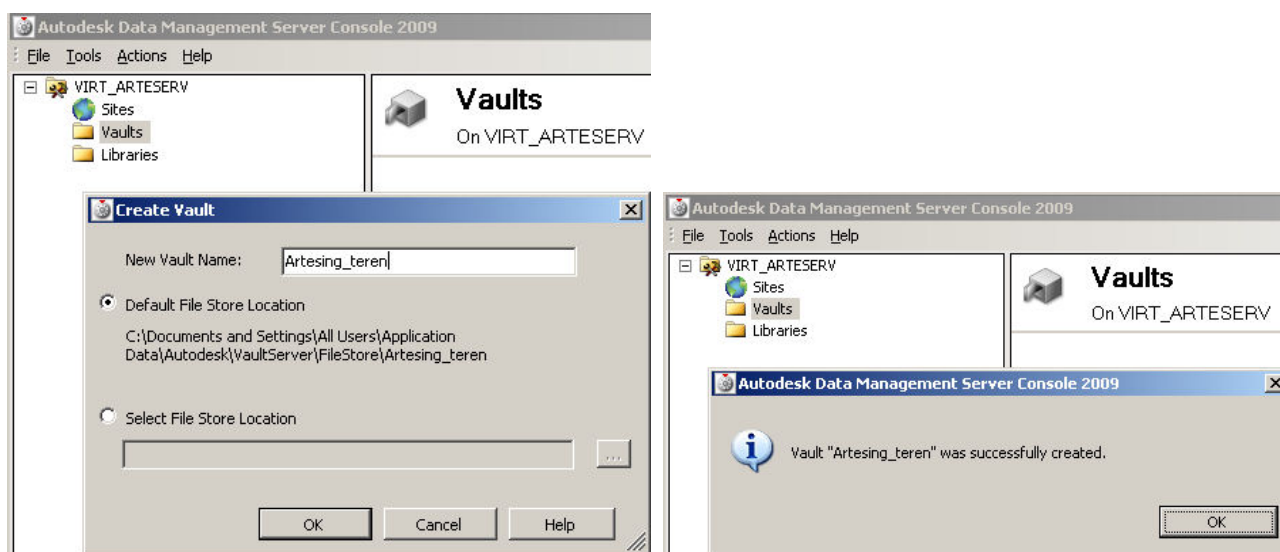
- **Autodesk Data Management Server Console 2009 & Autodesk Vault 2009**

Klijent – server kombinacija alata za kontrolu i upravljanje dokumentima i bazom podataka standardnih dijelova. Detaljna primjena je opisana u sljedećim poglavljima.

3.5.1 Autodesk Data Management Server Console 2009

Autodesk Data Management Server Console (ADMS u nastavku rada) predstavlja alat koji se instalira isključivo na server i u direktnoj je vezi s programom Vault koji se instalira isključivo na radne stanice i uredska računala unutar mreže.

Prvo nakon instalacije napravljen je trezor (u daljnjem tekstu Vault trezor) u kojem se pohranjivala sva dokumentacija putem programa Vault. Pokreće se ADMS, te se označava mapa *Vaults*. Nakon toga se u alatnoj traci pokreće naredba *Actions*, te se u njenom podizborniku započinje kreiranje trezora pomoću naredbe *Create*. U prozoru se upisuje ime novog Vault trezora podataka, nakon čega se izvršava njegovo kreiranje (*Slika 3.18*, *Slika 3.19*). Na projektu Key Manhattan Vault trezor se nazvao *Artesing_teren*.

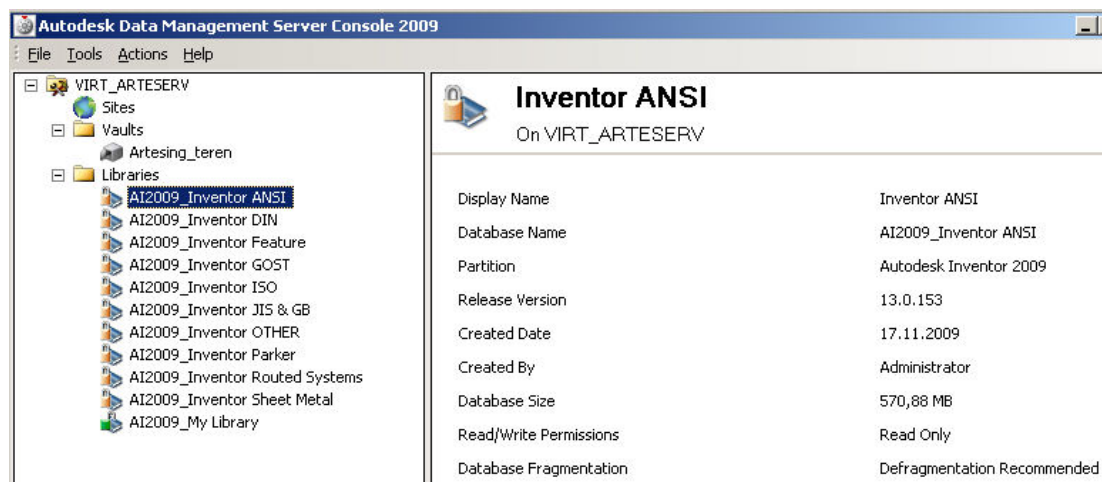


Slika 3.18 - Kreiranje novog trezora podataka Artesing_teren



Slika 3.19 - Kreiran novi trezor podataka pod nazivom *Artesing_teren*

Nakon što je kreiran novi trezor podataka vidljive su baze standardnih dijelova koje dolaze uz instalaciju (Libraries). To su osnovne baze standardnih dijelova za ANSI, DIN, ISO i ostale standarde i nije ih moguće nadopunjavati (Slika 3.20).

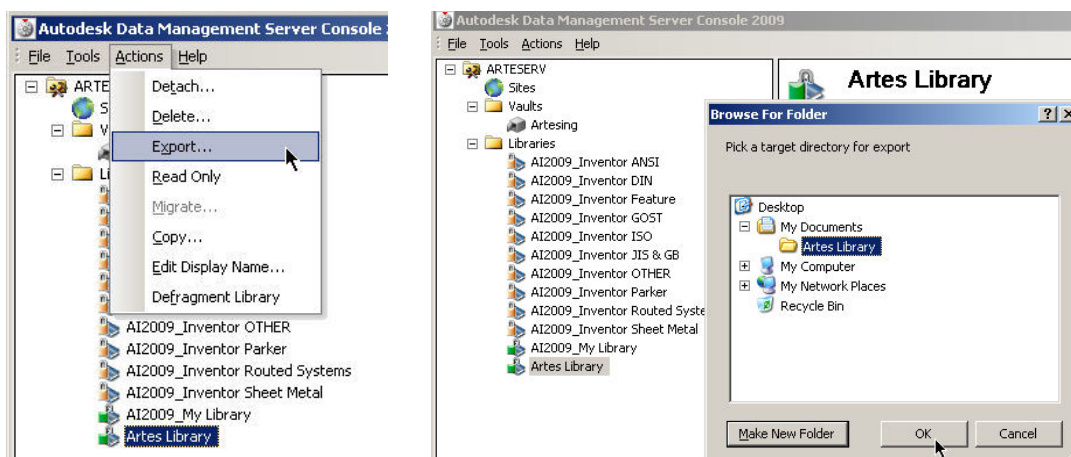


Slika 3.20 - Baze standardnih dijelova koje dolaze uz instalaciju ADMS

Međutim, moguće je napraviti posebne nove baze standardnih dijelova koje se mogu puniti s izmijenjenim dijelovima iz osnovnih baza ili novim izrađenim dijelovima, te se mogu naknadno nadopunjavati. Na projektu Key Manhattan je bilo potrebno ubaciti posebnu izrađenu bazu standardnih dijelova *Artes Library*, koja se nalazila na fizičkom serveru u sjedištu tvrtke.

Cijeli postupak se radi pomoću ADMS konzola na oba servera, fizičkom u sjedištu tvrtke i virtualnom na terenu. Prvi korak je izvlačenje i pakiranje baze standardnih dijelova s fizičkog servera u sjedištu tvrtke. U ADMS konzoli se označava željena baza *Artes Library*, te se nakon pokretanja naredbe *Export...* u podizborniku alatne trake *Actions* izvršava izvlačenje i pakiranje baze u MDF⁹ datoteku koju je moguće prebaciti na drugi server (Slika 3.21).

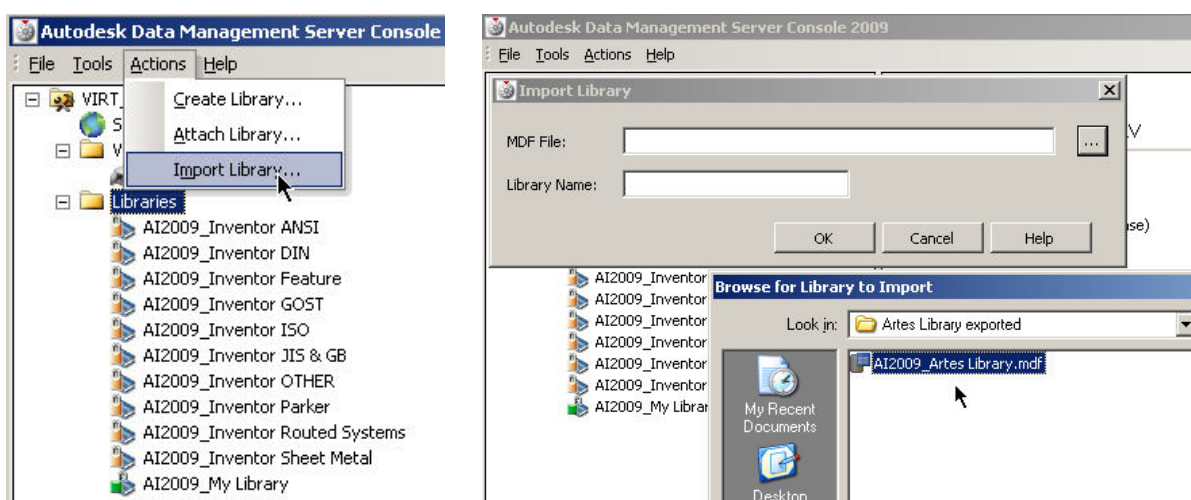
⁹ MDF (engl. *MicroStation Database File*) – Vrsta datoteke u koju se pohranjuje baza standardnih dijelova



Slika 3.21 - Izvlačenje i pakiranje baze standardnih podataka u MDF datoteku s fizičkog servera

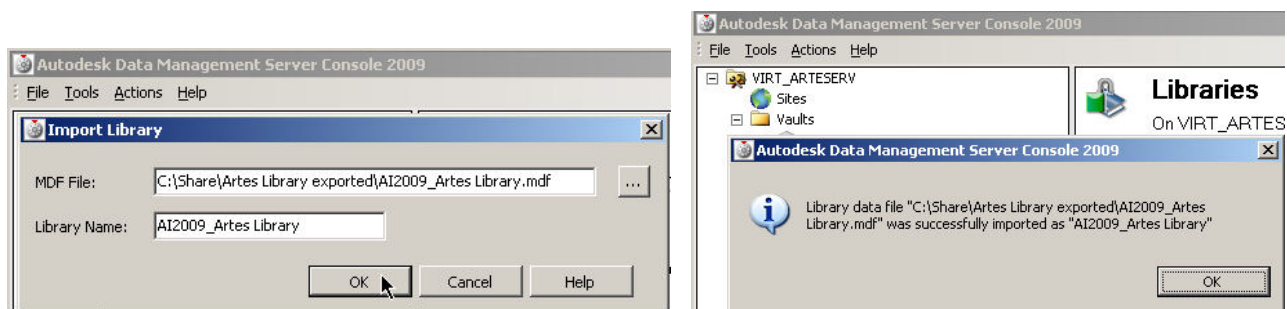
Nakon izvršenog izvlačenja i pakiranja standardne baze dijelova *Artes Library* potrebno je istu prenijeti na hard disk virtualnog servera. Prijenos baze se može izvršiti preko Internet konekcije na više različitih načina, ili u krajnjem slučaju fizičkim prenošenjem preko USB memorije iz sjedišta tvrtke na lokaciju na terenu. Na projektu Key Manhattan je to izvršeno preko Internet konekcije i spajanjem na VPN¹⁰ tvrtke, te kopiranjem na hard disk virtualnog servera. Prije toga je na virtualnom serveru potrebno postaviti VPN konekciju s tvrtkom.

Drugi korak je ubacivanje *Artes Library* standardne baze dijelova u ADMS konzolu na virtualnom serveru. Postupak je sličan i obrnuto proporcionalan izvlačenju baze. U ADMS konzoli se označava mapa *Libraries*, te se pokreće naredba *Import Library...* u podizborniku alatne trake *Actions*. U otvorenom prozoru se s hard diska odabire već izvučena baza *Artes Library* iz MDF datoteke, te se upisuje njen naziv. Nakon toga se izvršava ubacivanje baze (Slika 3.23).



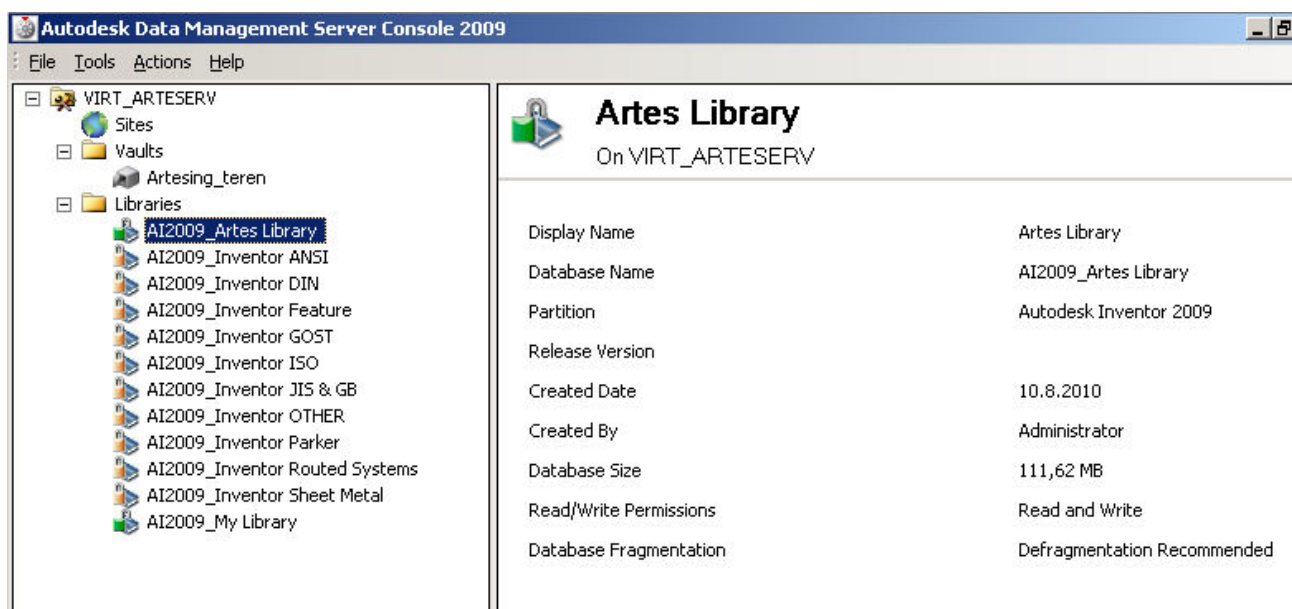
Slika 3.22 - Odabir MDF datoteke i početak ubacivanja *Artes Library* baze standardnih dijelova u ADMS konzoli

¹⁰ VPN (engl. *Virtual Private Network*) – Virtualna privatna mreža koja koristi infrastrukturu Interneta



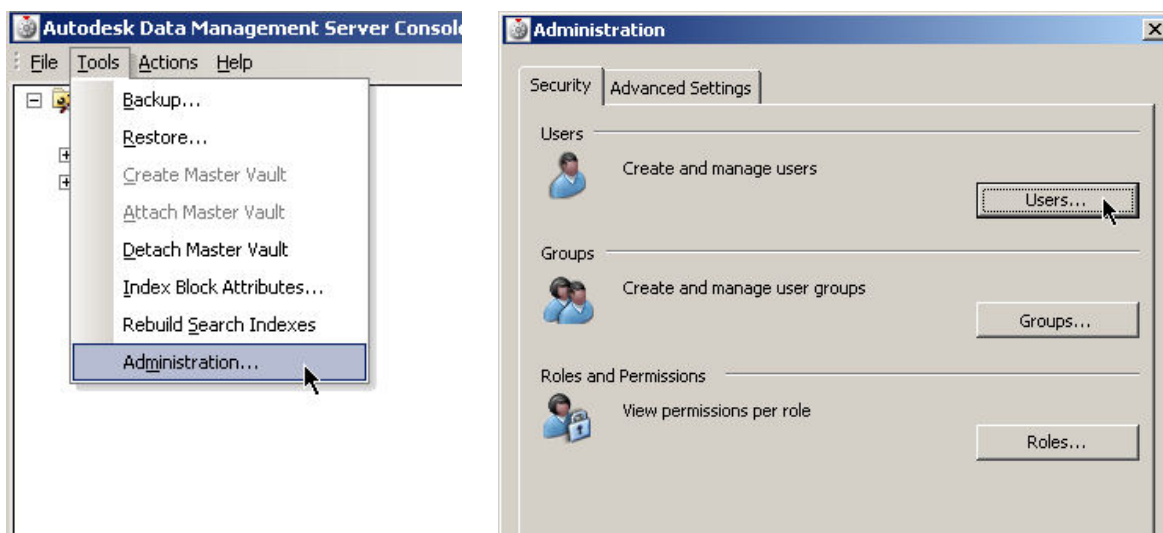
Slika 3.23 – Završen postupak ubacivanja baze dijelova Artes Library iz MDF datoteke

Po završetku ubacivanja baze standardnih dijelova *Artes Library* ona je spremna za korištenje na virtualnom serveru. Slika 3.24 prikazuje u ADMS konzoli ubačenu bazu koja je spremna za rad i mogućnost pristupanje radnih stanica njenim standardnim dijelovima.



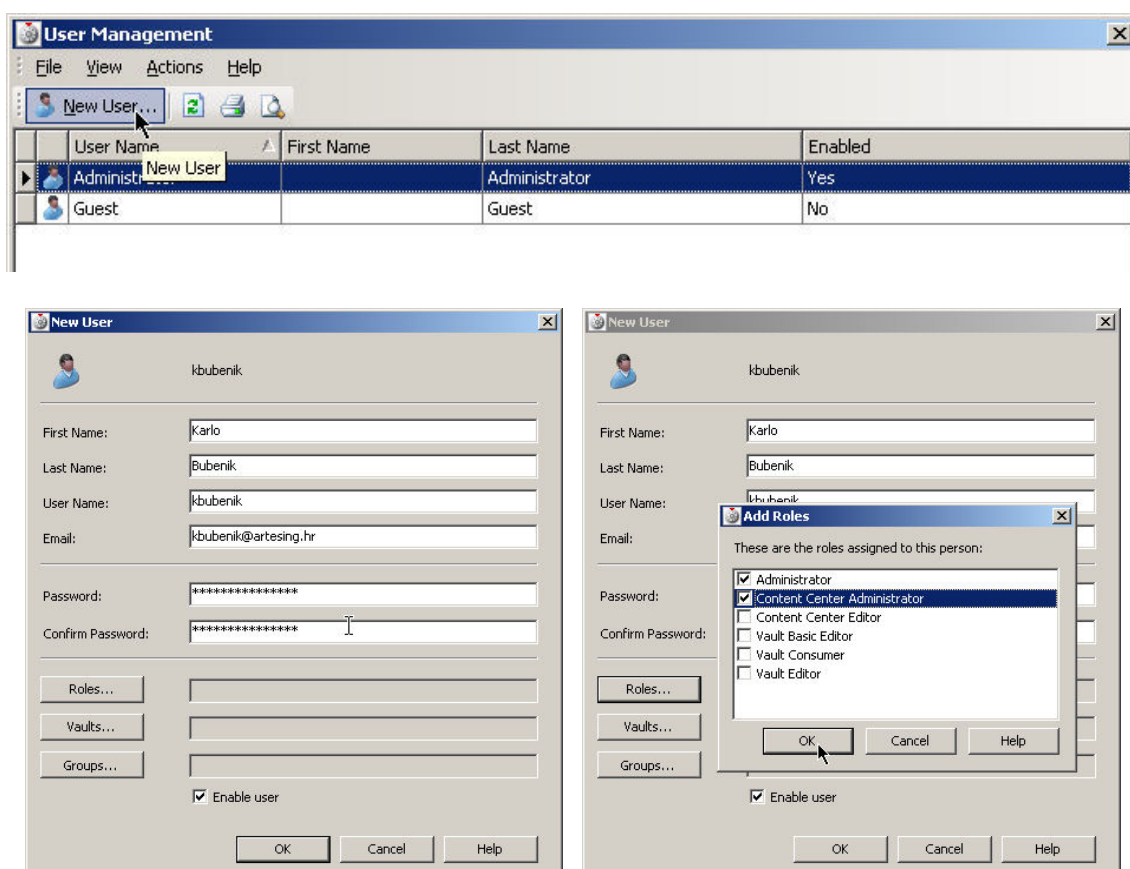
Slika 3.24 - Prikaz ubačene baze Artes Library u ADMS konzoli i spremne za korištenje

Prije samog početka rada na radnim stanicama, te njihovog pristupanja trezoru i bazama standardnih dijelova, potrebno je u ADMS konzoli omogućiti prava pristupa korisnicima. To se izvršava pomoću naredbe *Administration* u podizborniku alatne trake *Tools*. U novo otvorenom prozoru se ulazi u izbornik *Users...* (Slika 3.25).



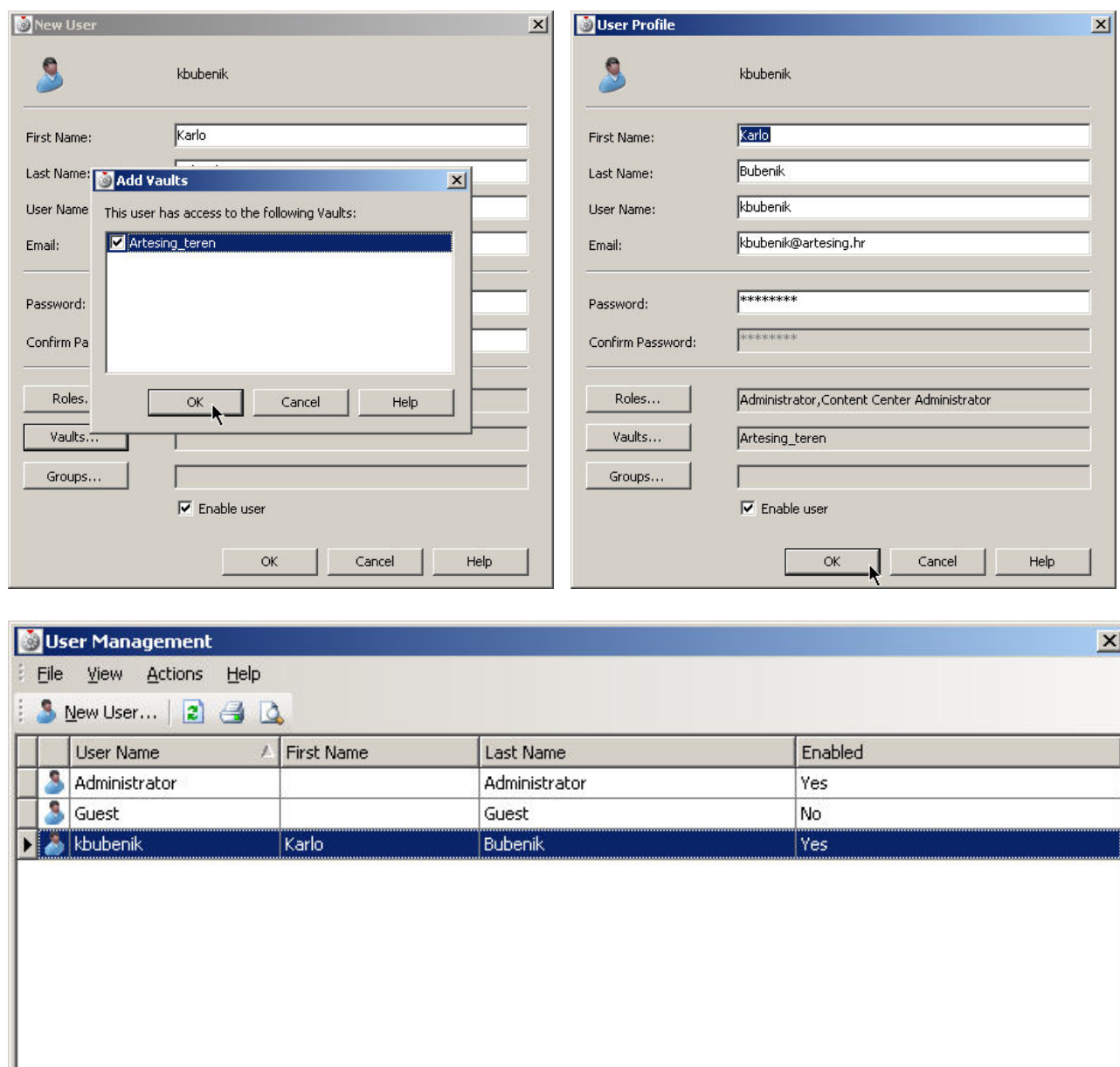
Slika 3.25 – Početak postupka izrade korisničkog računa za pristup trezoru i bazama standardnih dijelova

U prozoru izbornika *Users* se vide početna dva korisnika *Administrator* i *Guest*. Kako bi se napravio novi korisnički račun potrebno je koristiti naredbu *New User...* pomoću koje se otvara prozor za izradu korisničkog računa. U prozoru se upisuju korisnički podaci i šifra novog korisnika za pristup trezoru i bazama standardnih dijelova. Preko naredbe *Roles...* u istom prozoru se odabire tip korisničkog računa i razina prava pristupa i izmjena u trezoru (Slika 3.26).



Slika 3.26 - Postupak izrade korisničkog računa za pristup trezoru i bazama standardnih dijelova i reguliranje razine prava pristupa

Preko naredbe *Vaults...* se odabire trezor kojem korisnik može pristupiti. Moguće je napraviti više trezora, no u slučaju projekta Key Manhattan postojao je samo jedan trezor – *Artesing_teren*. Nakon odabira trezora korisnički račun je otvoren, te administrator korisniku daje na znanje njegove korisničke podatke i razinu pristupa trezoru i bazama standardnih dijelova (Slika 3.27). Radi sigurnosti je potrebno već napravljeni korisnički račun *Administrator* zaštititi sa lozinkom ukoliko se koristi. U slučaju izrade zasebnih korisničkih računa za administratore, potrebno je korisnički račun *Administrator* isključiti. To se radi preko naredbe *Edit...* u podizborniku alatne trake *Actions*.



Slika 3.27 – Odabir trezora kojem korisnik može pristupiti i završetak postupka izrade korisničkog računa

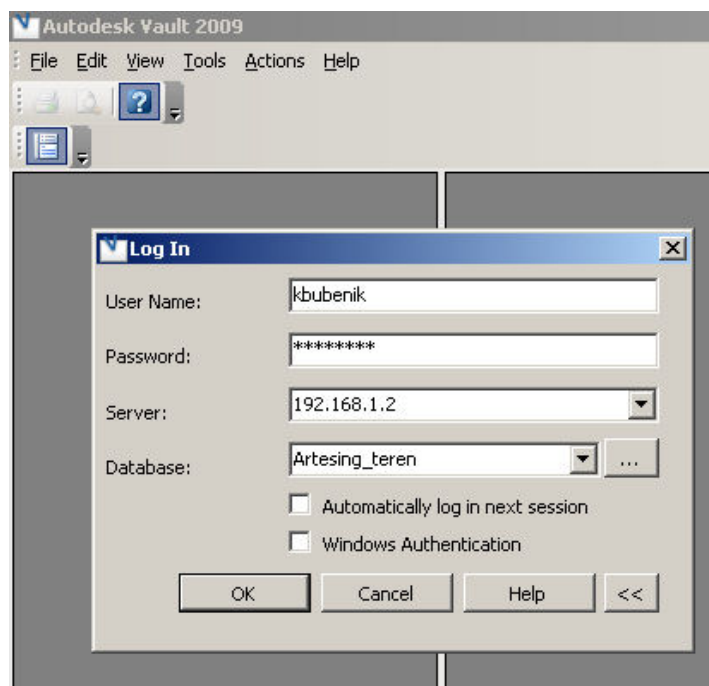
Nakon izrade svih potrebnih korisničkih računa, osnovni postupak pripreme rada na virtualnom serveru je završen, te korisnici na svojim radnim stanicama mogu započeti izradu 3D modela i dokumentacije uz organizirano pohranjivanje na virtualni server i praćenje revizija. Od preostalih aktivnosti na virtualnom serveru potrebno je još samo postaviti automatski Back-up trezora i baze standardnih dijelova o kojem će biti riječi u sljedećim poglavljima.

3.5.2 Autodesk Vault 2009

Autodesk Vault 2009 predstavlja programsko rješenje za kontrolu i upravljanje dokumentima koji se nalaze pohranjeni na virtualnom serveru. Vault se instalira samo na radne stanice ili uredska računala na kojima se projekt radi. U direktnoj je vezi sa ADMS konzolom koja je instalirana na virtualnom serveru, o kojoj je bilo riječi u prethodnom poglavlju.

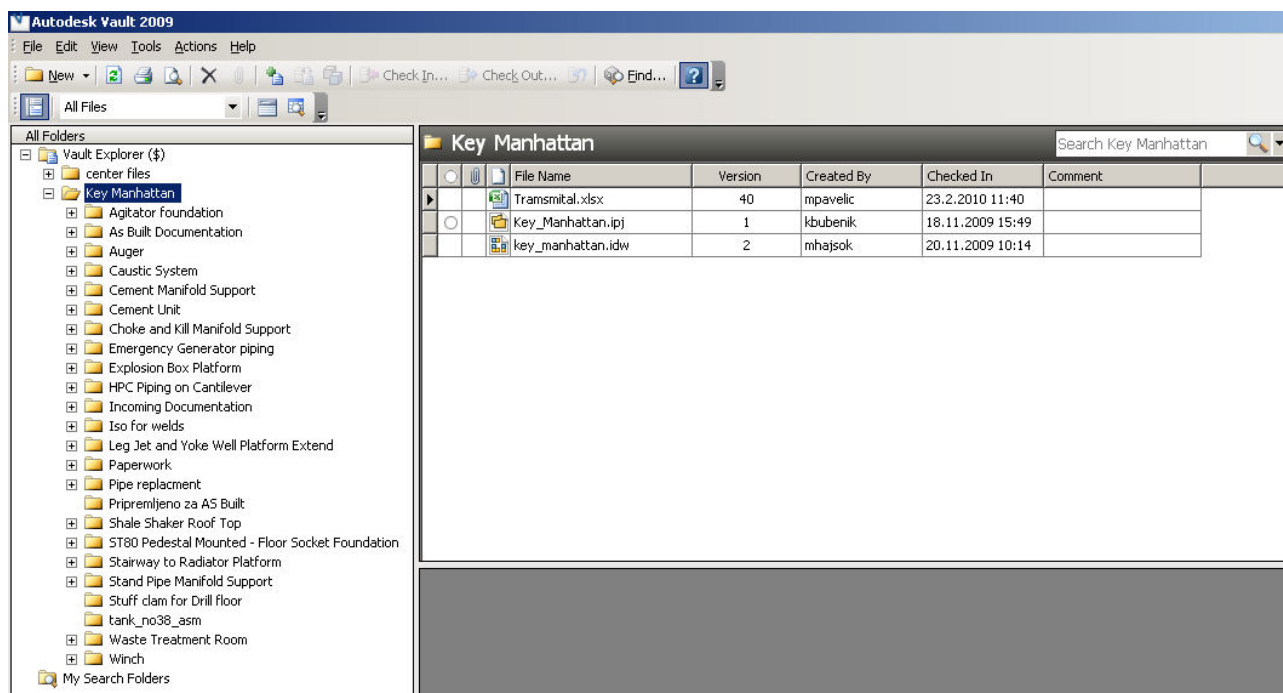
Uz kontrolu i upravljanje dokumentima, Vault onemogućuje istovremeni rad više od jedne osobe na datotekama na kojoj radi ta osoba. Pošto se složeni projekti rade timski, time se sprečavaju greške, poteškoće i nesukladnosti koje bi vrlo vjerojatno nastale u slučaju rada više osoba na jednoj datoteci istovremeno.

Nakon što korisnik pokrene Vault, potrebno se prijaviti sa svojim korisničkim podacima koje je korisnik dobio od administratora. Osim toga, potrebno je upisati mrežno ime ili IP adresu virtualnog servera (spomenuto u prošlim poglavljima), te odabrati trezor (*Database*) na kojeg se prijavljuje (*Slika 3.28*). Te podatke također omogućava administrator.



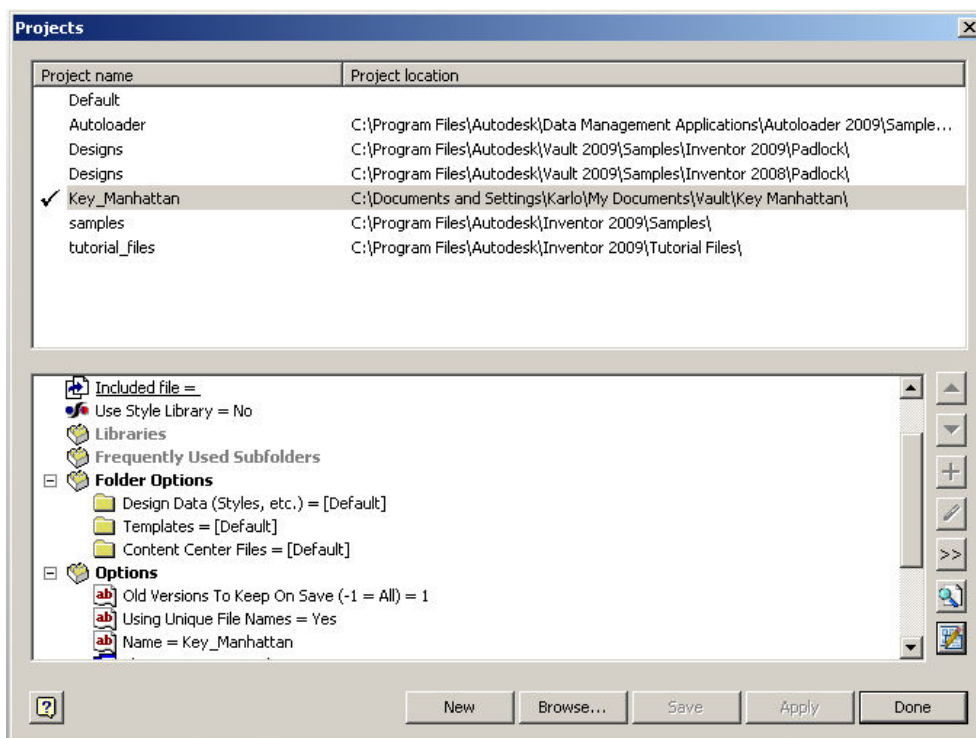
Slika 3.28 - Prijavljanje na Vault sa korisničkim podacima, IP adresom virtualnog servera i odabir željenog Vault trezora

Prije samog početka izrade 3D modela i dokumentacije te njihovog pohranjivanja na Vault trezor, vrlo je važno prethodno odrediti pravila i strukturu kreiranja mapa u trezoru. To se radi internim dogovorom među članovima tima i administratorom u svrhu što bolje organizacije i kontrole dokumenata. U suprotnom može doći do neurednog i neorganiziranog pohranjivanja datoteka u Vault trezoru koje može imati štetan utjecaj na kvalitetu i brzinu izrade projekta i dokumentacije. *Slika 3.29* prikazuje organizaciju mapa na projektu Key Manhattan.



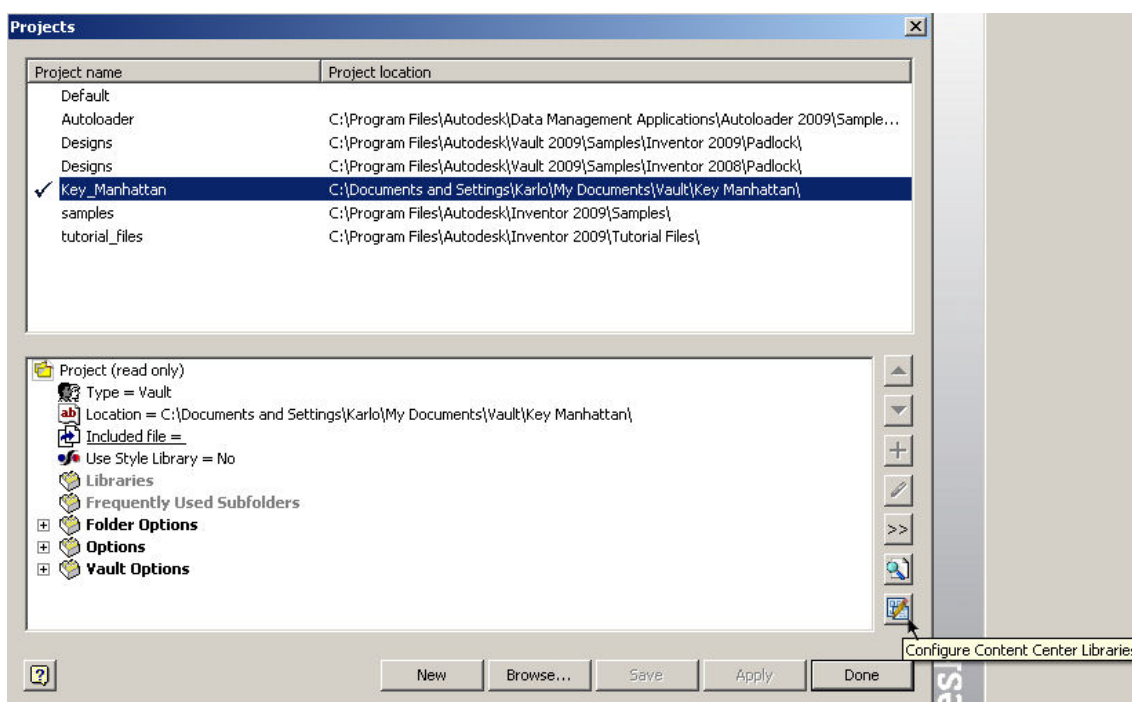
Slika 3.29 - Organizacija mapa u Vault trezoru na projektu Key Manhattan i lokacija projekt datoteke u Vault trezoru

Također, prije početka izrade 3D modela ili dokumentacije potrebno je definiranje projekt datoteke koja sadrži informaciju o korištenim bazama standardnih dijelova, te Inventor uz pomoć projekt datoteke prepoznaje položaj datoteka lokalno na disku, koje se sinkroniziraju sa datotekama koje su pohranjene u Vault trezoru. Bez pravilnog definiranja projekt datoteke, nije moguće pravilno započeti izradu modela i dokumentacije. Definiranje projekt datoteke se vrši samo jednom, prije početka projektiranja modela i dokumentacije. Projekt datoteka se izvorno definira na radnoj stanici u programu Inventor. Potom se podiže u krovnu mapu projekta na Vault trezoru odakle ju je moguće postaviti na svaku radnu stanicu zasebno (*Slika 3.29*). *Slika 3.30* prikazuje pravilno definiranu projekt datoteku u Inventoru na jednoj radnoj stanici, koju je potrebno definirati tako na svakoj radnoj stanici.



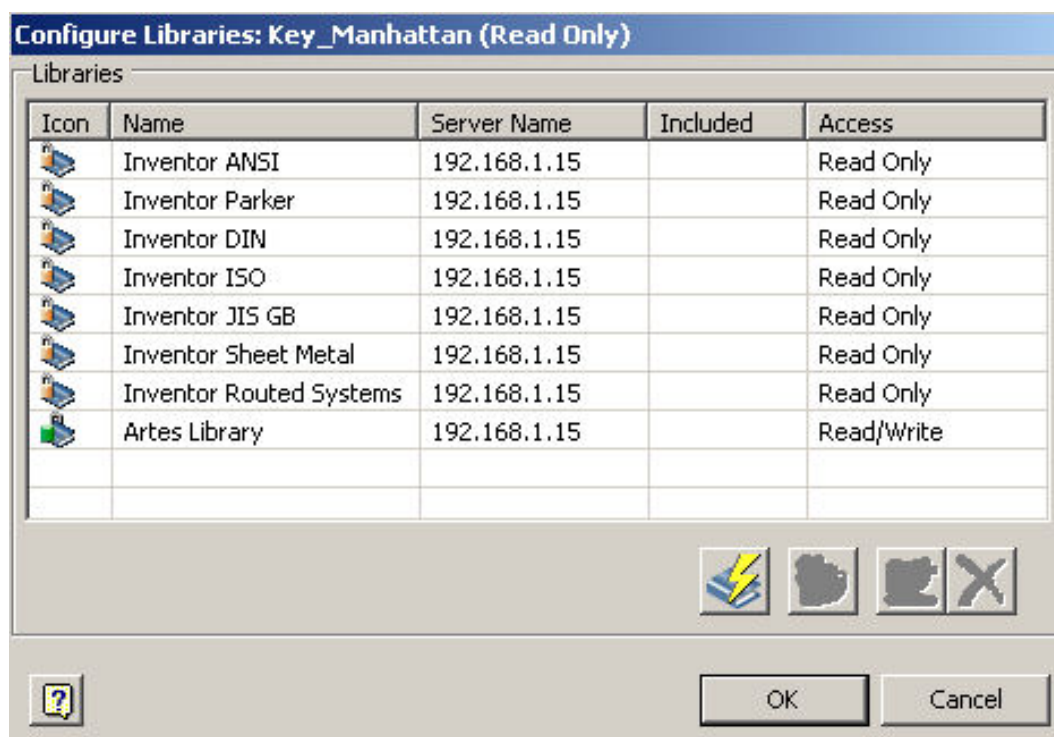
Slika 3.30 - Pravilno postavljena projekt datoteka Key Manhattan u programu Inventor

Nakon pravilnog postavljanja projekt datoteke na svakoj radnoj stanici potrebno je provjeriti da li su dostupne sve baze standardnih dijelova koje su omogućene u ADMS konzoli. To se može napraviti pomoću naredbe *Configure Content Center Libraries* u glavnom prozoru projekt datoteka (Slika 3.31).



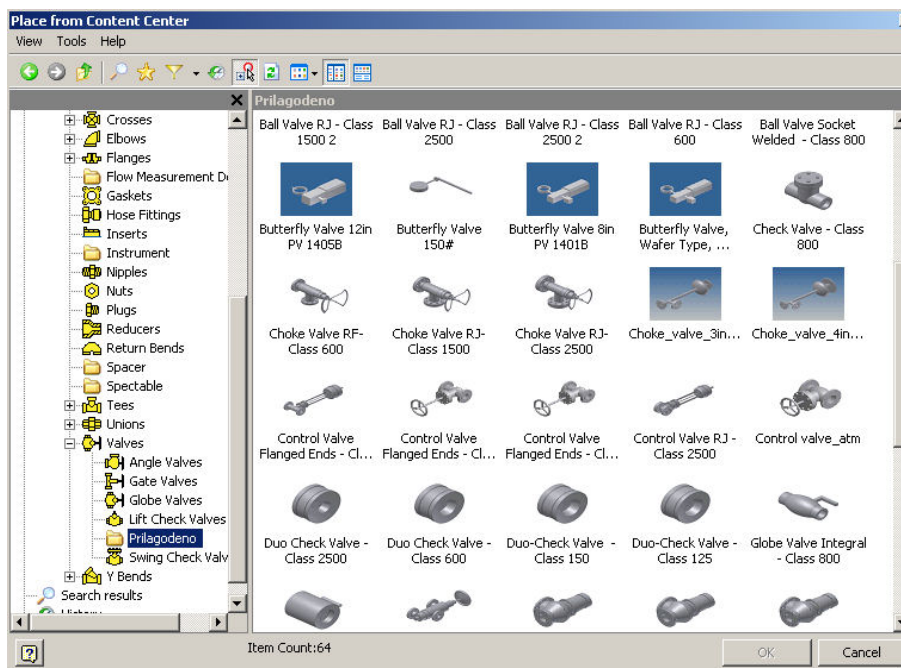
Slika 3.31 - Naredba za konfiguraciju baza standardnih dijelova u Inventoru

Pomoću naredbe *Configure Content Center Libraries* otvara se novi prozor u kojem je moguće obaviti provjeru svih dostupnih baza standardnih dijelova, te po potrebi napraviti nove baze. *Slika 3.32* prikazuje da su sve potrebne baze standardnih dijelova dostupne, uključujući i posebnu izrađenu bazu standardnih dijelova *Artes Library*, koja ima mogućnost izmjene i naknadnog dopunjavanja po potrebi. Provjera je potrebna jer se može dogoditi da unatoč tome što su projekt datoteka i baze standardnih dijelova pravilno definirane, naknadno posebno izrađena baza dijelova ne bude učitana. Tada nastaju problemi pri otvaranju sklopova u kojima se nalaze dijelovi iz posebno izrađene baze dijelova. Tek nakon provjere dostupnosti svih baza standardnih dijelova moguće je započeti rad.



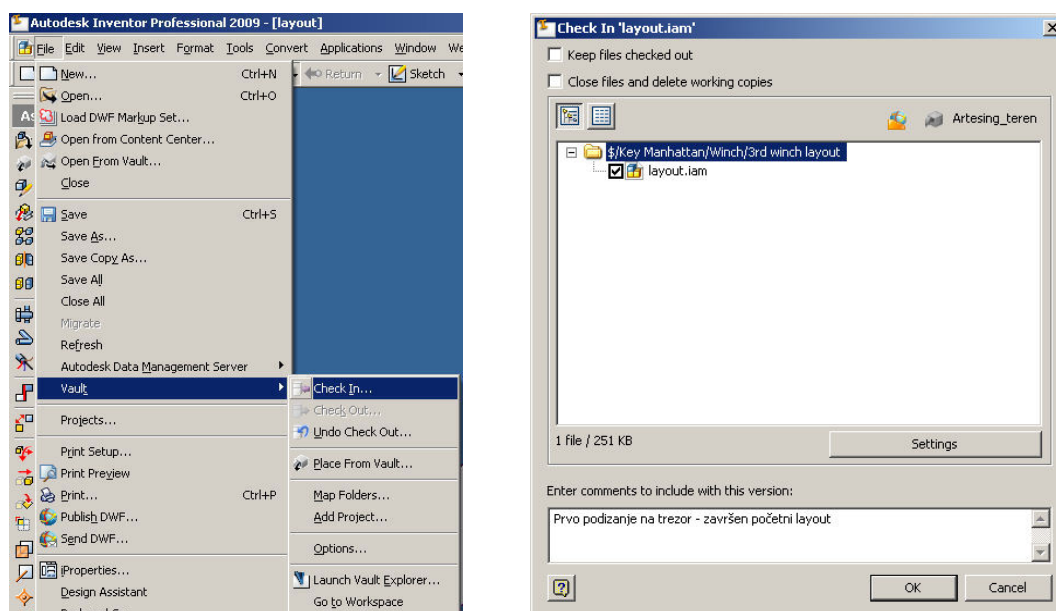
Slika 3.32 - Prozor provjere i konfiguracije baza standardnih dijelova u Inventoru

Content Centar predstavlja detaljni preglednik svih standardnih dijelova iz dostupnih baza. U njemu se svaka baza može detaljno pregledati, te odabrati standardni dio pri izradi 3D modela i ubaciti ga u sklop. Njemu se pristupa isključivo iz Inventora u sučelju izrade sklopa. Osim pregleda i odabira standardnih dijelova, Content Centar pruža mogućnost i izmjene i dopune naknadno posebno izrađenih baza poput *Artes Library* baze. *Slika 3.33* prikazuje otvoreni Content Centar u Inventoru uz pregled prilagođenih dijelova iz *Artes Library* baze.



Slika 3.33 - Otvoreni prozor Content Centra i pregled baze standardnih dijelova u Inventoru

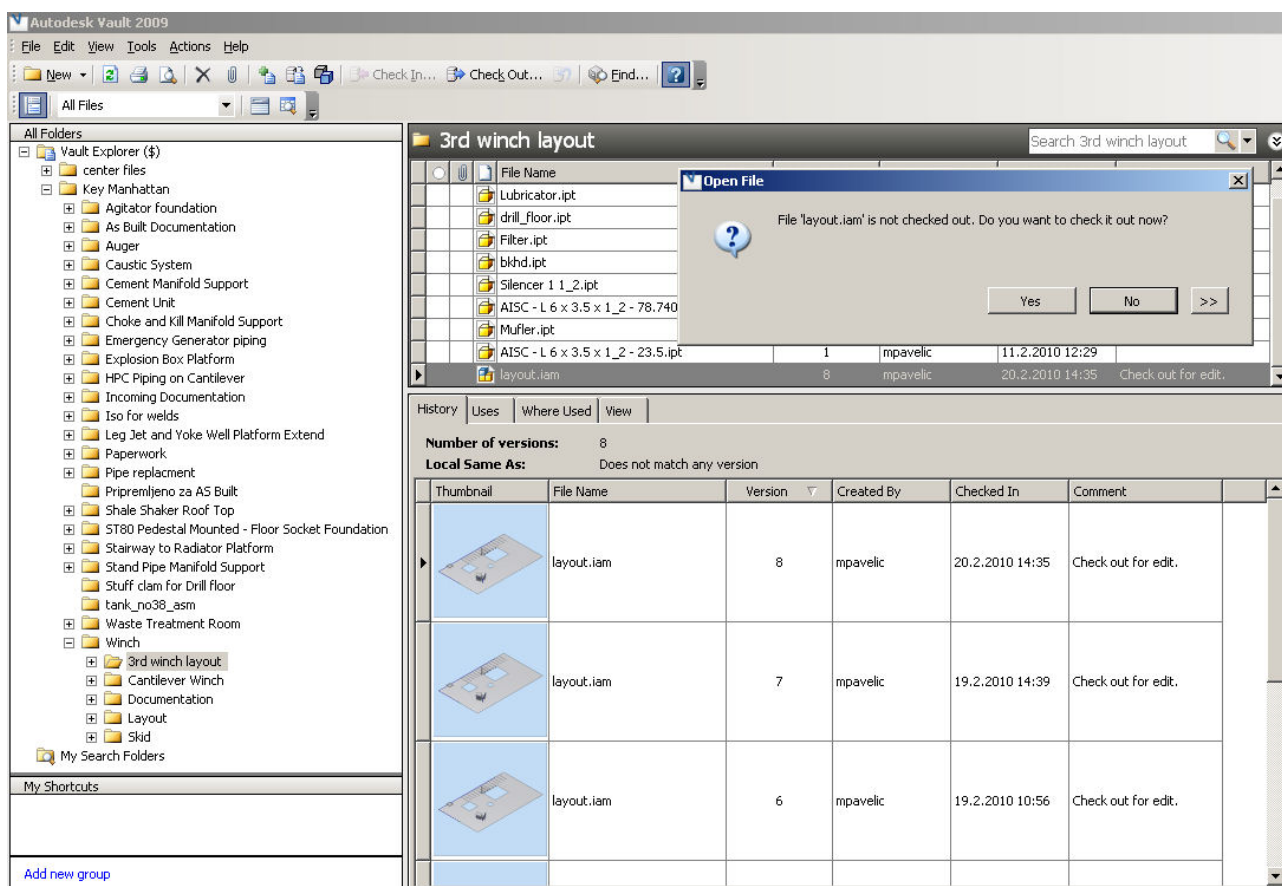
Princip upravljanja dokumentima preko Vaulta se svodi na rezervacije prava radova na datotekama i mapama. Nakon izrađenog 3D modela i dokumentacije, ona se nalazi lokalno na hard disku radne stanice. Korištenjem *Check In* naredbe dokumentacija ili model koja je napravljena lokalno na radnoj stanici korisnika podiže se na Vault trezor, odnosno na virtualni server. Nakon izvršene pohrane, taj model ili dokumentacija je raspoloživa za nastavak radova na njoj za bilo kojeg drugog korisnika. *Check In* se može napraviti ili iz programa sa kojim se izrađuje datoteka (Inventor ili AutoCAD), ili direktno iz Vault programa. Preporučljivo je naredbu izvoditi iz programa sa kojim se izrađuje datoteka radi automatskog podizanja svih povezanih datoteka ukoliko je riječ o sklopu sa svojim dijelovima i podsklopovima (Slika 3.34).



Slika 3.34 - Izvođenje naredbe Check In iz Inventora 2009 uz komentar verzije

Prilikom nastavka radova na datoteci modela ili dokumentacije, potrebno je preuzeti rezervaciju na datoteku iz Vault trezora. To se radi preko naredbe *Check Out* u Vaultu (Slika 3.35). Nakon izvršene naredbe samo postojeći korisnik može raditi na njoj. Po završetku radova, radi se opet pohranjivanje datoteke u Vault trezor već spomenutom naredbom *Check In*.

Ovakav način izrade, pohranjivanja i organizacije dokumenata je jako povoljan. Podiže razinu profesionalnosti i organizacije u poslovima projektiranja i izrade modela i dokumentacije. Razina preglednosti je velika, kao i kontrola. Nakon svakog ponovnog pohranjivanja datoteke, u Vaultu je moguće vidjeti korisnika koji je radio na njoj, datum i vrijeme pohranjivanja, broj verzije i komentar verzije (Slika 3.35). U slučaju pogreške, lako je doći do prethodne verzije te izbjeći ponavljanje greške.



Slika 3.35 - Izvođenje naredbe *Check Out* iz Vaulta. Vidljivi podaci verzija sklopa „layout“ u Vaultu

3.6 BACK – UP TREZORA I BAZE STANDARDNIH DIJELOVA

Uz spomenuti moderni potpuno digitalni način izrade, pohrane, organizacije i kontrole 3D modela i projektne dokumentacije od velikog je značaja imati pravilno organizirani back-up digitalnog trezora i baze standardnih dijelova. U slučaju havarije može doći do gubitka velikog dijela ili u najgorem slučaju svih podataka ukoliko ne postoji pravilno organizirani back-up podataka.

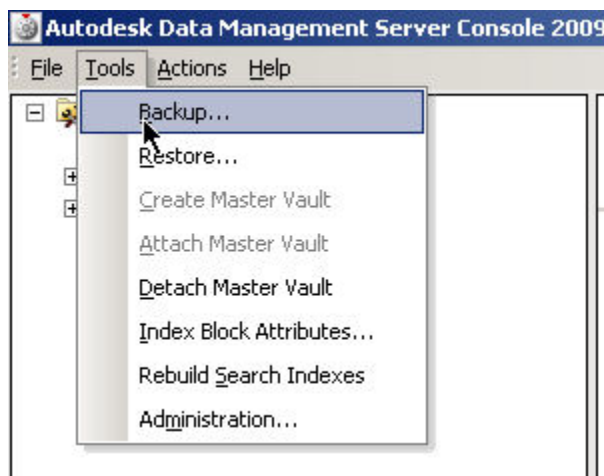
Back-up podataka je moguće izvoditi ručno preko ADMS konzole, ili automatski korištenjem isprogramiranih skripti u kombinaciji sa korištenjem *Scheduled Task* opcije unutar Windows operativnog sustava. Na projektu Key Manhattan back-up trezora i baze standardnih dijelova se izvodio automatski na dnevnoj bazi. Na taj način je administrator bio oslobođen ručnog izvođenja back-up operacija svaki dan na kraju radnog vremena. Ujedno je na taj način eliminirana mogućnost ljudske pogreške koja je prisutna kod ručnog izvođenja. Back-up datoteke su se pohranjivale na hard disk virtualnog servera.

U ovom poglavlju će biti objašnjen postupak ručnog izvođenja back-up operacije, kao i svih potrebnih pred operacija kako bi back-up podataka uspješno automatski funkcionirao.

3.6.1 Ručno izvođenje back-up operacije

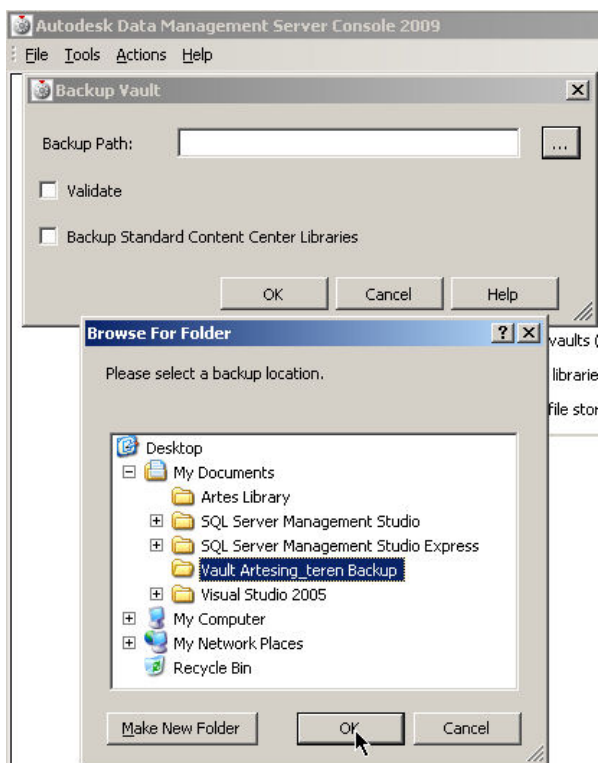
Ručno izvođenje back-up operacije izvodi se preko ADMS konzole. Prije izvođenja back-up operacije svi korisnici moraju biti odjavljeni sa Vaulta na svojim računalima. Uobičajeno je da se back-up operacija vrši na kraju radnog vremena ili prije početka radnog vremena kada nitko ne radi.

Nakon ulaska u ADMS konzolu, koristi se naredba *Backup...* u podizborniku alatne trake *Tools* (Slika 3.36).



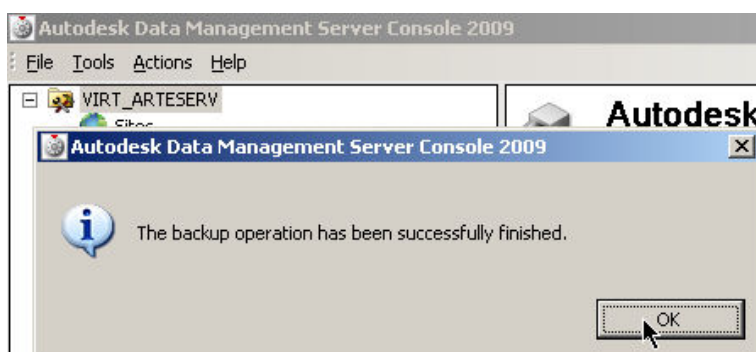
Slika 3.36 - Korištenje naredbe *Backup* u ADMS konzoli

U novo otvorenom prozoru odabire se mapa na hard disku gdje će se izvršiti pohranjivanje back-up datoteka (Slika 3.37). Preporuča se ne koristiti opciju *Backup Standard Content Center Libraries* koja izvršava i back-up standardnih baza podataka. Kako je riječ je o bazama koje dolaze sa instalacijom ADMS i Inventor programskog paketa i koje nije moguće nadopunjavati, u njima ne postoje podaci koji se mogu nepovratno izgubiti. Glavni razlog izbjegavanja korištenja te opcije je ušteda na diskovnom prostoru.



Slika 3.37 - Odabir mape gdje će se pohraniti back-up datoteke

Nakon odabira mape za pohranjivanje back-up datoteka izvršava se sami back-up postupak. Po njegovom završetku (Slika 3.38), datoteke se nalaze u mapi koju smo odabrali.



Slika 3.38 - Završeno ručno izvođenje back-up postupka

3.6.2 Postupak za automatsko izvođenje back-up operacije

Kako bi automatski postupak back-up operacije funkcionirao, potrebno je napraviti nekoliko pred operacija. Prva pred operacija se sastoji od programiranja skripte koja nakon pokretanja izvršava sve operacije koje se izvode u ručnom postupku. Postupak izrade skripte se sastoji od otvaranja novog tekstualnog dokumenta u programu *Notepad*, te upisivanja potrebnih programskih naredbi:

```
@ECHO OFF

REM THIS WILL STOP THE WEB SERVER AND "CYCLE" THE SQL SERVER
REM PROVIDING THE BEST RESULTS FOR BACKING UP THE VAULT
IISRESET /STOP

NET STOP MSSQL$AUTODESKVAULT
NET START MSSQL$AUTODESKVAULT

REM DELETE B AND CASCADE A BACKUP SUBDIRECTORIES
RMDIR /Q /S "C:\Vault Backup\B"
REN "C:\Vault Backup\A" "B"

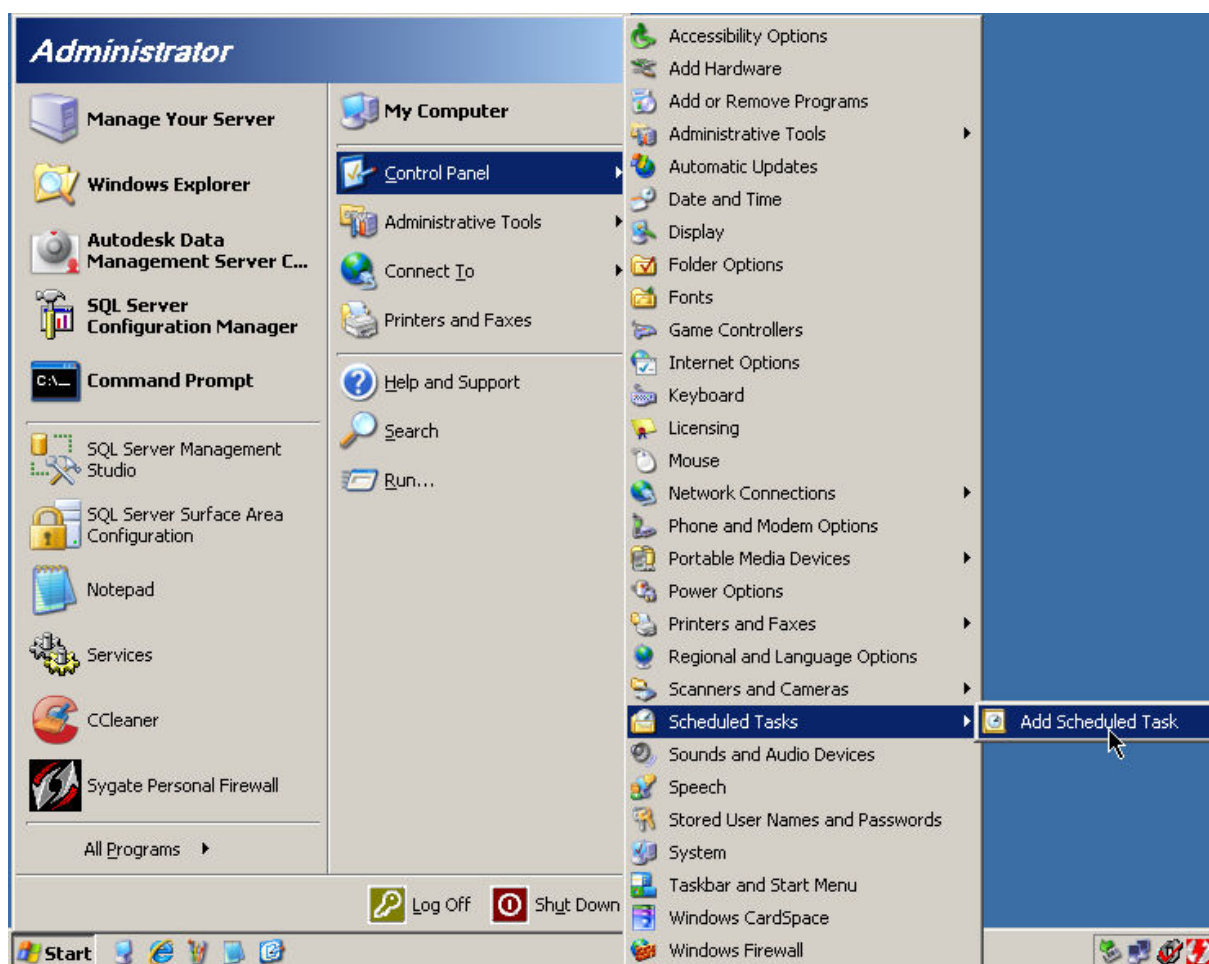
REM CREATE A NEW DIRECTORY FOR THE BACKUP

MKDIR "C:\Vault Backup\A\"

REM START THE BACKUP PROCESS (THIS IS ONE LINE OF TEXT)
"C:\Program Files\Autodesk\Data Management Server 2009\ADMS
Console\Connectivity.ADMSConsole.exe" -Obbackup -B"C:\Vault Backup\A" -
VUadministrator -DBSC -S
```

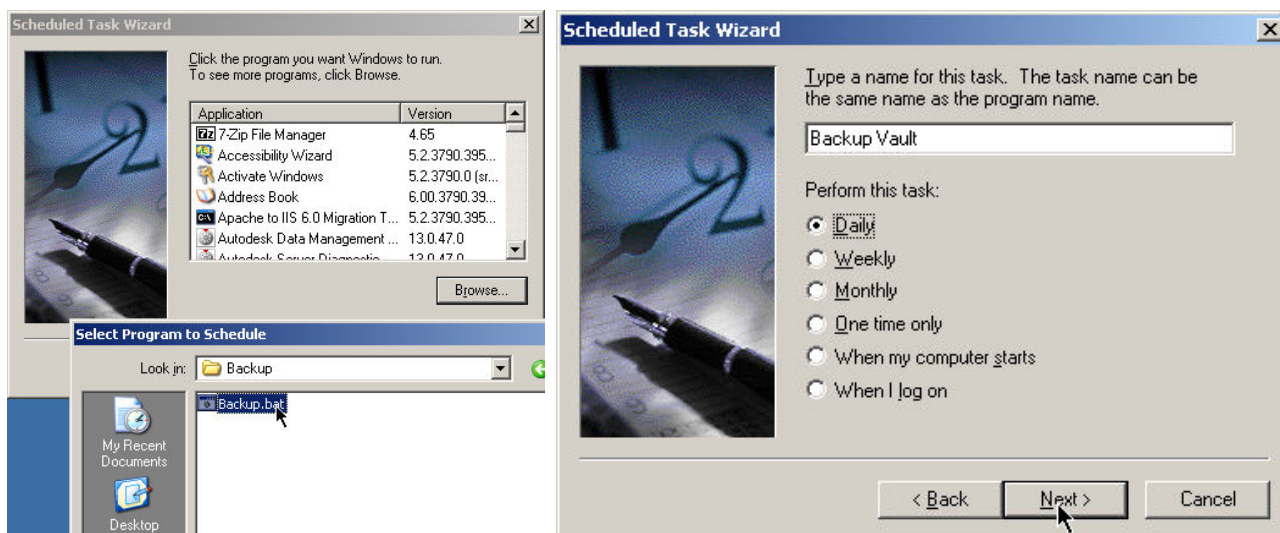
Po završetku upisivanja svih potrebnih naredbi, dokument se spremi kao *Backup.bat* datoteka. Zbog svojeg nastavka datoteka predstavlja gotovu skriptu koja obavlja back-up operaciju po njenom pokretanju. Prije kretanja na drugu pred operaciju u postupku postavljanja automatskog izvršavanja, potrebno je testirati *Backup.bat* skriptu da li ispravno radi. Potrebno je jednostavno pokrenuti skriptu i sačekati da li će se izvršiti back-up operacija.

Ako je skripta ispravno programirana i uredno izvršava back-up, preostalo je samo odraditi drugu i ujedno posljednju pred operaciju. Unutar operativnog sustava potrebno je postaviti automatsko pokretanje *Backup.bat* skripte u zadano vrijeme kada će se back-up operacije izvršavati. To se radi pomoću *Scheduled Task* opcije u nekoliko koraka. Na Windows Server 2003 operativnom sustavu virtualnog servera pokreće se izbornik *Start*, te se preko podizbornika *Control Panel* i *Scheduled Task* dolazi do pokretanja *Add Scheduled Task* naredbe (Slika 3.39).



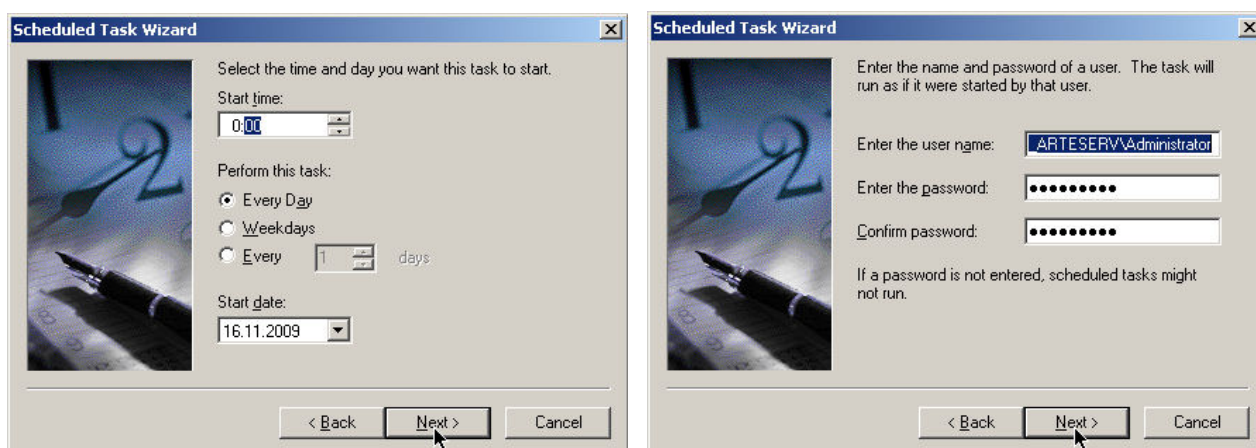
Slika 3.39 - Pokretanje *Add Scheduled Task* naredbe na virtualnom serveru

Nakon pokretanja *Add Scheduled Task* naredbe pojavljuje se prozor u kojem se odabire skripta *Backup.bat*, te se nakon odabira upisuje naziv zadatka i učestalost automatskog izvođenja skripte. Na projektu Key Manhattan se zadatak nazvao *Backup Vault* i pošto se back-up izvodio svakodnevno, odabrana je opcija *Daily* (Slika 3.40).



Slika 3.40 - Odabir skripte za automatsko izvršavanje uz upisivanje naziva zadatka i učestalosti izvođenja

U sljedećim koracima je potrebno unijeti točno vrijeme automatskog izvršavanja back-up operacije. Odabrano je bilo vrijeme 0:00, jer u to vrijeme nitko nije radio na Vaultu, tako da se back-up mogao nesmetano izvoditi. U zadnjem koraku je bilo potrebno unijeti korisničke podatke korisnika koji je izvodio tu operaciju, odnosno administratora. Slika 3.41 i Slika 3.42 prikazuju zadnje korake postavljanja zadatka automatskog izvršavanja back-up operacije. Nakon toga su izvršene sve pred radnje za automatski back-up.



Slika 3.41- Postavljanje točnog vremena izvršavanja back-up operacija i upisivanje korisničkih podataka



Slika 3.42 - Završeno automatsko postavljanje back-up operacije

3.7 INTEGRACIJA PODATAKA NA DRUGE SERVERE

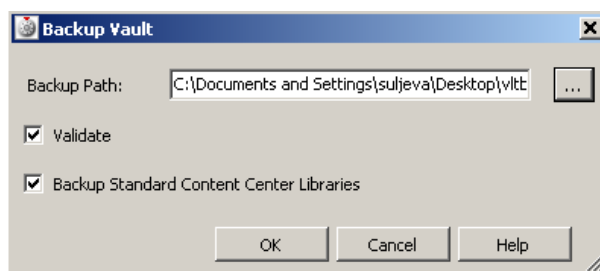
Po završetku dislociranog projekta na gradilištu potrebno je omogućiti da podatke, modele i projektну dokumentaciju iz Vault trezora kao i baze standardnih dijelova koji su pohranjeni na virtualnom serveru moguće integrirati u server u sjedištu tvrtke tako da se njima može pristupiti u sjedištu tvrtke jednako kao što se moglo i na gradilištu.

To je moguće izvršiti na dva načina, od kojih je jedan da se cijeli Vault trezor sa bazom standardnih dijelova prebaci na fizički server, dok je drugi način jednostavno omogućiti rad virtualnog servera na fizičkom serveru u sjedištu tvrtke. Nakon povratka u sjedište tvrtke poslije završetka projekta Key Manhattan integracija i pristup svim podacima je omogućen drugim načinom, odnosno nastavkom rada virtualnog servera na fizičkom serveru u sjedištu tvrtke. U nastavku ovog poglavlja su objašnjena oba načina integracije podataka.

3.7.1 Prebacivanje Vault trezora sa jednog servera na drugi

Kompletni Vault trezor sa svim bazama standardnih dijelova je moguće prebaciti sa jednog servera na drugi. Za izvršavanje te radnje su potrebne dvije osnovne operacije, prva je izrada back-up datoteka cijelog Vault trezora, a druga je prebacivanje tih datoteka na drugi server i njihovo ubacivanje na njega. Sve potrebne akcije se izvode putem već objašnjene ADMS konzole.

Dakle, prvi korak je izvođenje back-up operacije cijelog Vault trezora i svih baza standardnih dijelova. Taj postupak je već detaljno objašnjen u prošlim poglavljima, uz jedinu razliku što je sada potrebno izraditi i back-up baze standardnih dijelova, te je poželjno napraviti i validaciju back-up operacije kao što prikazuje Slika 3.43.

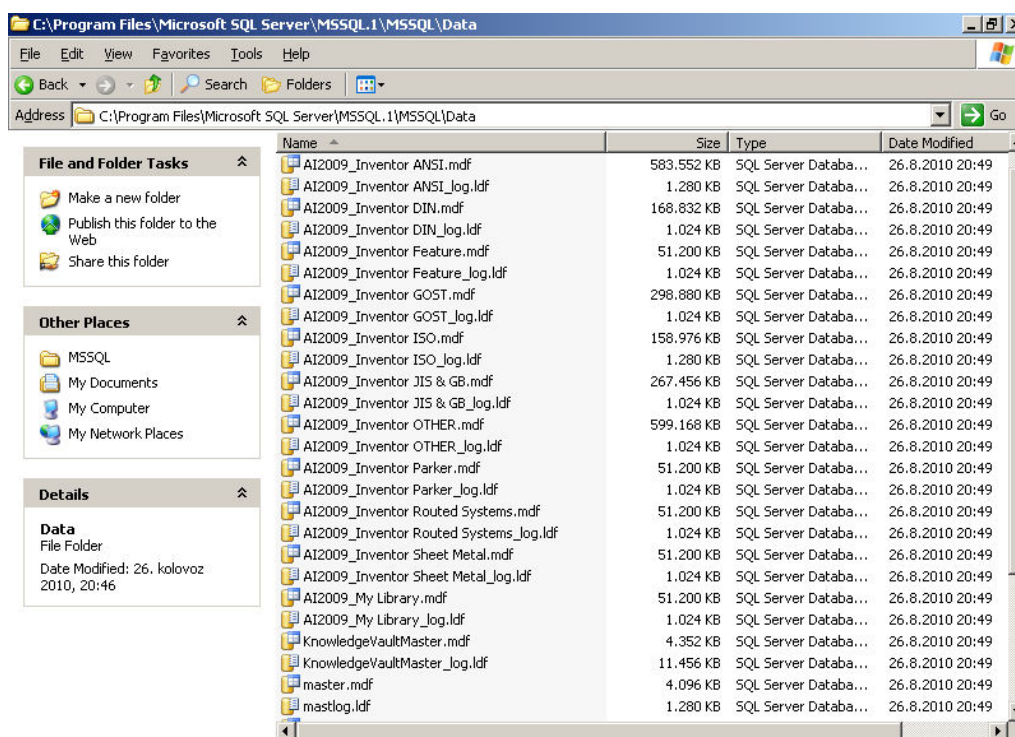


Slika 3.43 - Opcije sadržavanja baze standardnih dijelova pri back-up operaciji i njena validacija

Drugi korak je ubacivanje back-up datoteka na drugi server. Prvo je potrebno datoteke prebaciti na hard disk drugog servera na kojeg će se izvršiti ubacivanje, nakon čega se cijeli postupak izvodi putem ADMS konzole.

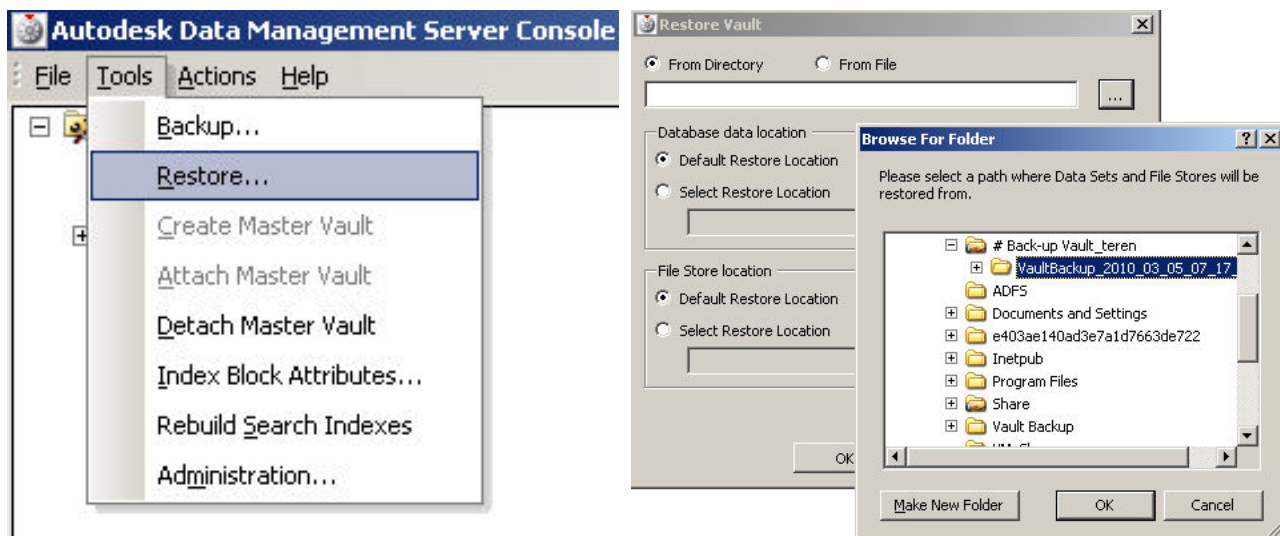
Prije samog početka ubacivanja Vault trezora na drugi server, potrebno je dobro poznavati strukturu Autodesk Vault programa. Poznavanje je potrebno radi pravilnog prebacivanja svih potrebnih datoteka. Pritom se misli na prebacivanje i FileStore datoteka, uz same datoteke baze podataka. FileStore je lokacija gdje se nalaze dokumenti sa svojim verzijama, kao i sve ostale datoteke povezane Vault trezorom i projektom koji je na njemu. U odnosu na FileStore datoteke, datoteke Vault baze podataka sadržavaju informacije o dokumentima u Vault trezoru. U cilju kako bi sve ispravno radilo, Filestore datoteke i datoteke Vault baze podataka moraju biti sinkronizirane.

U slučaju da je prethodni server za Vault bio dedikirani, ili se koristio Microsoft SQL 2005 Express koji je dolazio uz instalaciju Autodesk Vaulta, potrebno je prebaciti i MDF i LDF datoteke također. Te datoteke bi se trebale nalaziti na sistemskom disku, kao što prikazuje Slika 3.44.



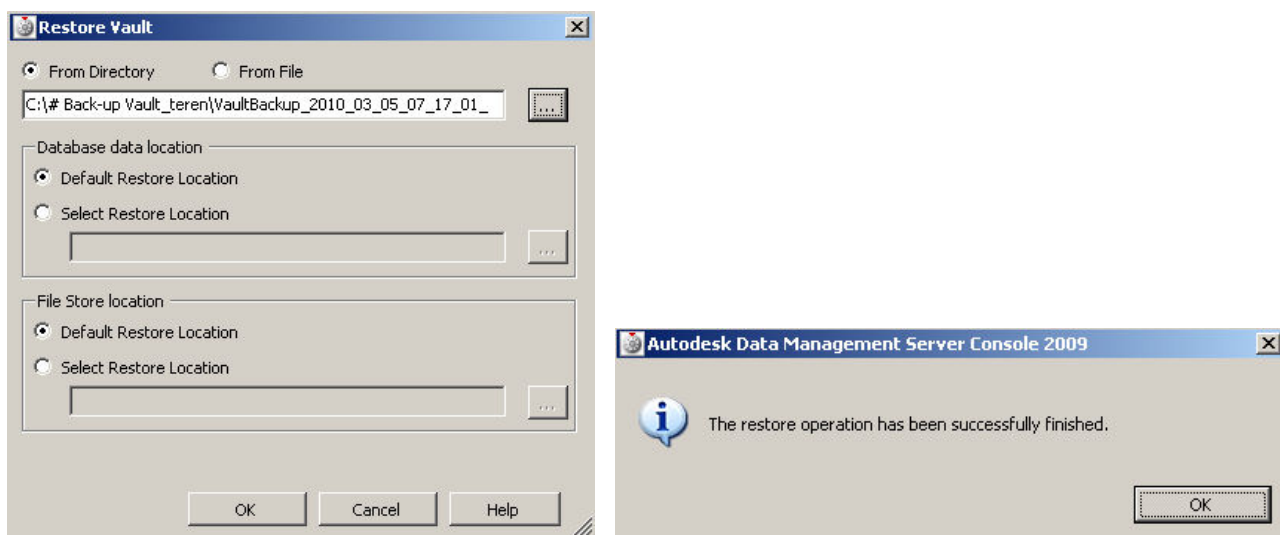
Slika 3.44 - MDF i LDF datoteke koje je potrebno prebaciti sa jednog servera na drugi

Tek nakon prebacivanja MDF i LDF datoteka, kreće se na postupak ubacivanja back-up datoteka Vault trezora na novi server. Otvara se ADMS konzola, te se pomoću naredbe *Restore...* u podizborniku alatne trake *Tools* otvara prozor iz kojega odabiremo mapu sa back-up datotekama Vault trezora na disku (*Slika 3.45*).

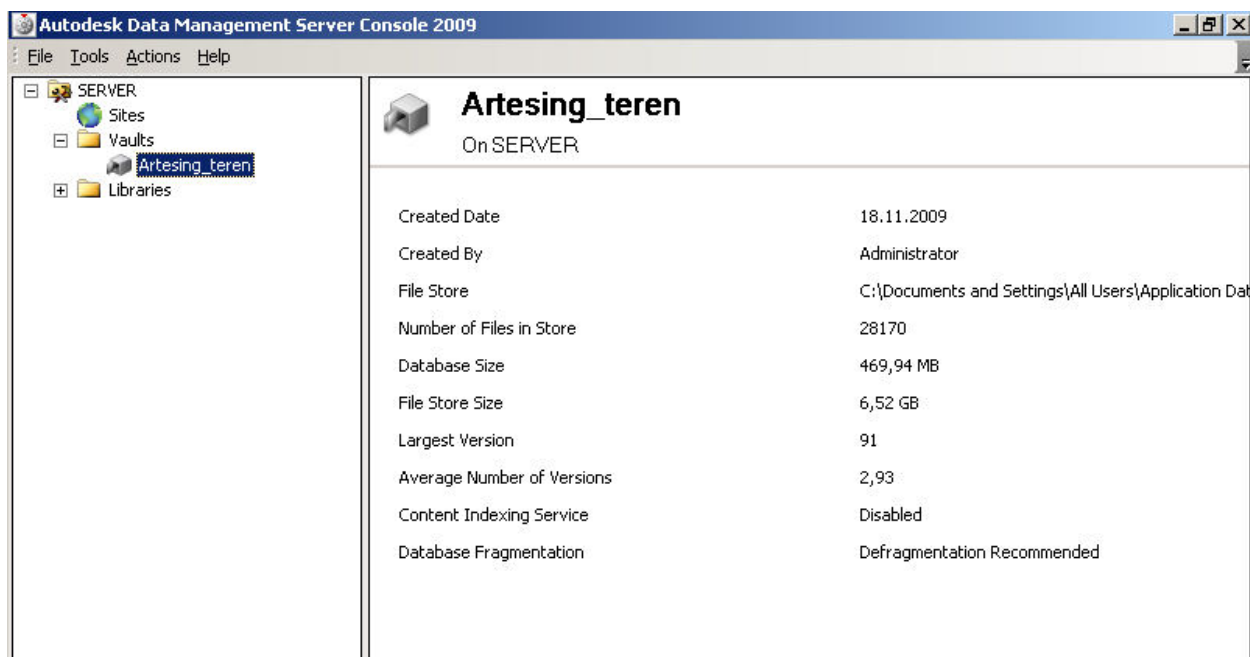


Slika 3.45 - Odabir back-up datoteka i početak ubacivanja Vault trezora u ADMS konzoli

Nakon odabira back-up datoteka, započinje proces ubacivanja Vault trezora na novi server. Po završetku ubacivanja, Vault trezor je uspješno prebačen sa jednog servera na drugi, te je spreman za ponovnu upotrebu (*Slika 3.46, Slika 3.47*).



Slika 3.46 - Odabrane back-up datoteke nakon čega slijedi ubacivanje Vault trezora na server



Slika 3.47 - Pogled na informaciju ubačenog Vault trezora na novi server u ADMS konzoli

3.7.2 Prebacivanje virtualnog servera na fizički server

Drugi način integracije baze podataka na glavni server je prebacivanje virtualnog servera na fizički server u sjedištu tvrtke. Na projektu Key Manhattan se upravo tim načinom izvršila integracija baze podataka.

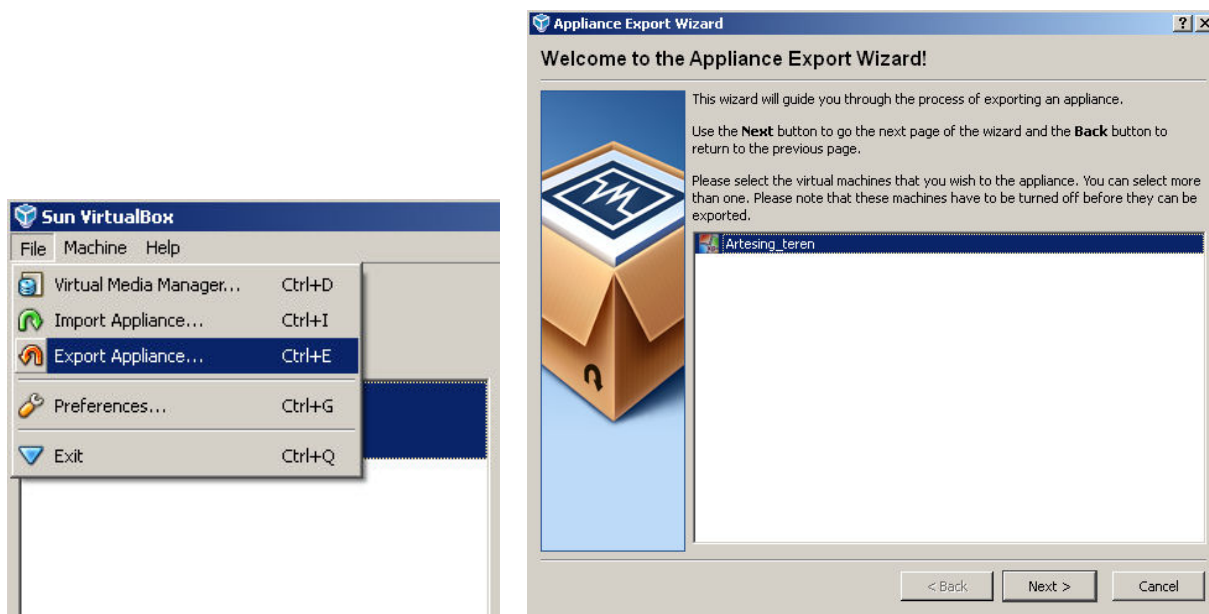
Prednosti ovog načina u odnosu na kompletno prebacivanje Vault trezora je puno jednostavnija i vremenski manje zahtjevna izvedba, te mogućnost ponovnog lakog prenošenja virtualnog servera na novu lokaciju u slučaju ponovnog premještanja posla projektiranja na gradilište, kao što je bilo u slučaju projekta Key Manhattan. Po završetku prebacivanja virtualnog servera na fizički server, na mreži su postojala dva servera – jedan postojeći fizički, te još jedan virtualni.

Postupak samog ubacivanja virtualnog servera na fizički server se može izvesti na više načina, ovisno o korištenim opcijama virtualnog stroja i dostupnom vremenu. Međutim, jedini pravilan način bez dodatnih detalja na koje je potrebno obratiti pozornost i mogućnosti pojave naknadnih problema je korištenje opcija *Export Appliance* i *Import Appliance* u programu VirtualBox.

Korištenjem *Export Appliance* opcije kompletni virtualni server sa svojim hard diskom, zabilježenim *Snapshots* stanjima i hardverskim postavkama se izvlači i pakira u OVF datoteku koju je moguće potom prenijeti na drugo fizičko računalo ili server te ga ponovno učitati u VirtualBox programu. OVF (engl. *Open Virtualization Format*) datoteka je standardna datoteka za virtualne

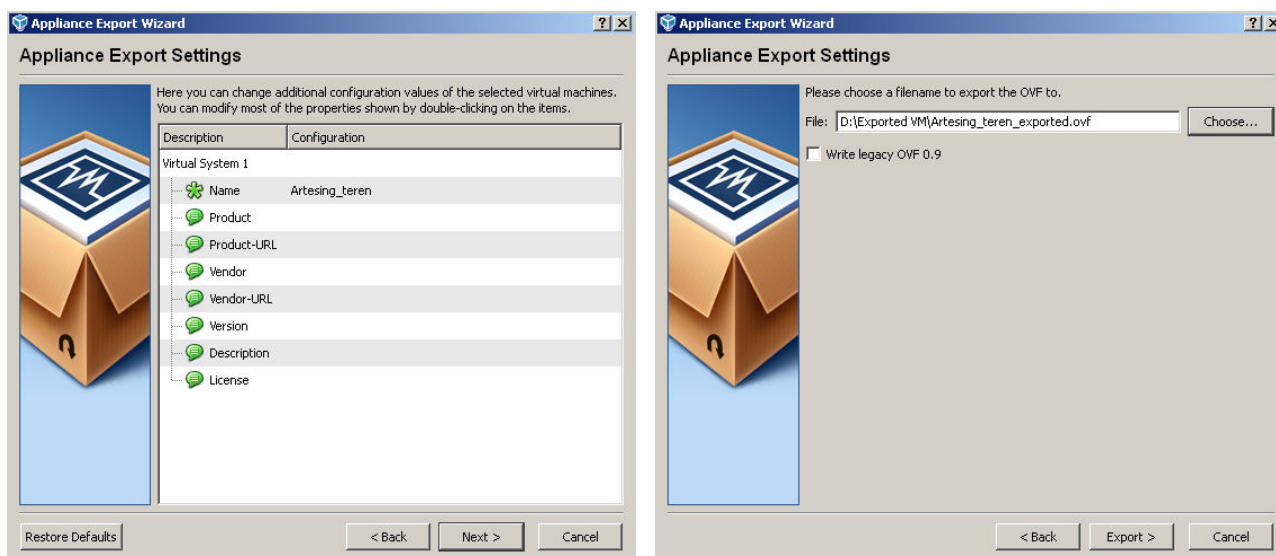
strojeve, te ju je moguće učitati i u drugim programskim rješenjima za virtualni stroj osim VirtualBoxa. Uz OVF datoteku, nakon izvlačenja i pakiranja virtualnog servera postoje još dvije datoteke, VMDK i MF (Slika 3.50). Te datoteke su također potrebne u postupku prebacivanja virtualnog servera, te ih je potrebno prebaciti skupa sa OVF datotekom.

U podizborniku *File* odabire se naredba *Export Appliance...* nakon koje se odabire virtualni server kojega se izvlači i pakira (Slika 3.48).



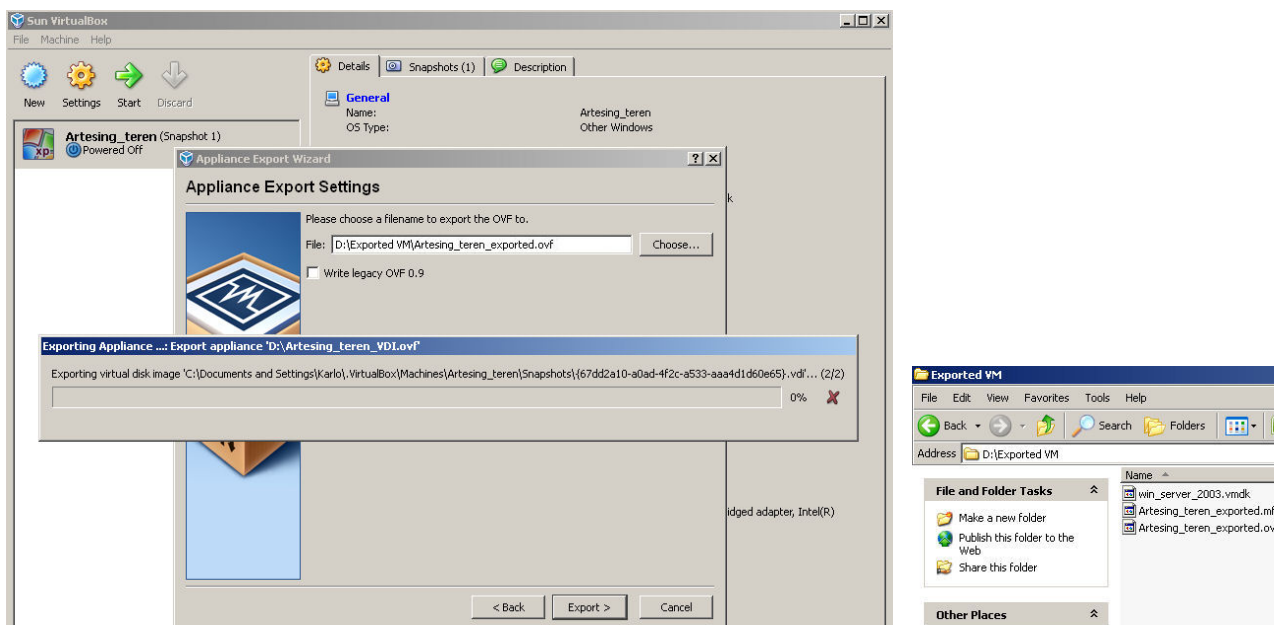
Slika 3.48 - Korištenje naredbe *Export Appliance...* i odabir virtualnog stroja koji se izvlači i pakira

Potom je moguće upisati određene podatke vezane za odabrani virtualni stroj (nije obvezno), te se odabire mjesto i mapa na hard disku host računala na kojem će se pohraniti datoteke izvučenog virtualnog servera (Slika 3.49).



Slika 3.49 - Upisivanje podataka virtualnog stroja i odabir lokacije na hard disku za pohranu datoteka

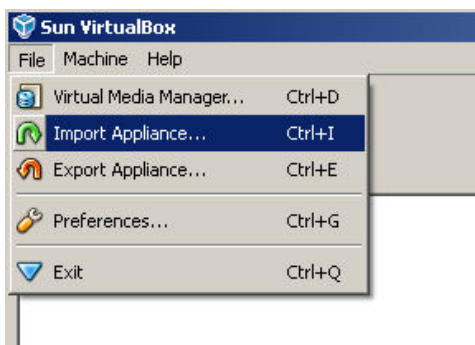
Nakon upisanih podataka i odabrane mape na hard disku započinje se postupak izvlačenja i pakiranja virtualnog servera (*Slika 3.50*). Postupak vremenski može trajati od nekoliko minuta, sve do čak nekoliko sati. Vrijeme trajanja ovisi ponajviše o veličini virtualnog hard diska koji je pohranjen u VDI datoteku na hard disku host računala.



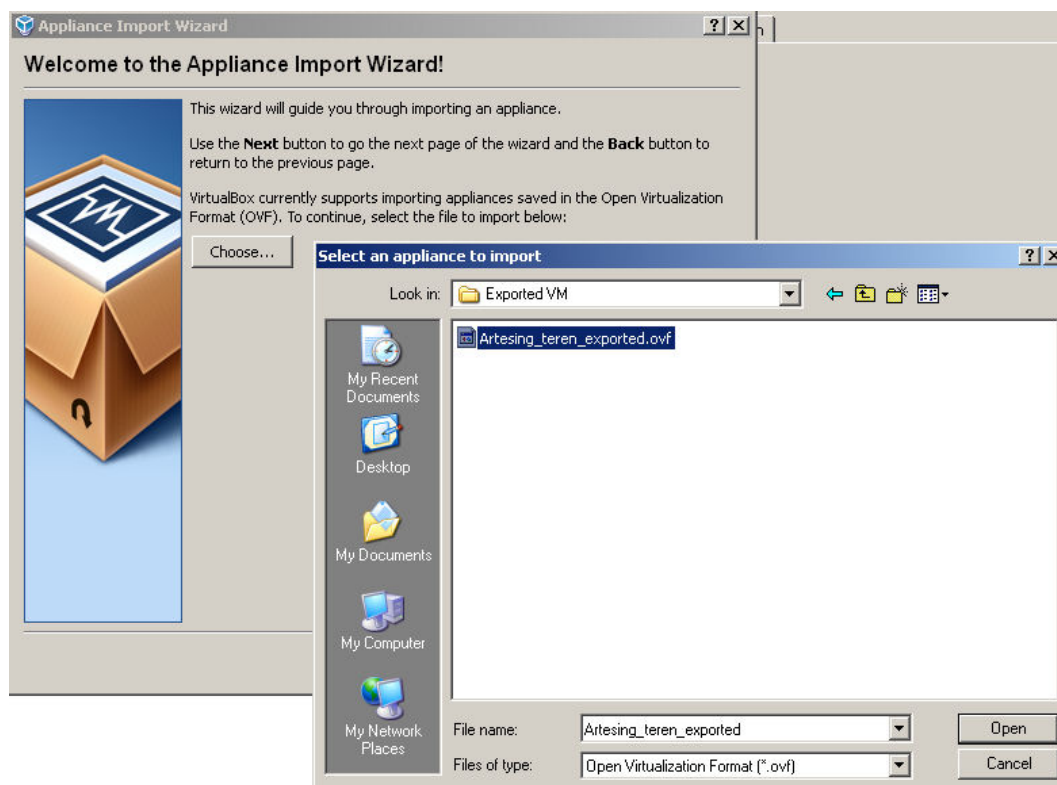
Slika 3.50 - Proces izvlačenja i pakiranja virtualnog stroja i datoteke nakon završetka postupka

Po završetku postupka, spomenute tri datoteke se nalaze na odabranom mjestu na hard disku, te ih je potom moguće prebaciti na drugo fizičko host računalo na koje se virtualni stroj prebacuje. Prebacivanje se može izvesti prenošenjem datoteka na prijenosnoj USB memoriji ili disku, putem lokalne mreže ili Interneta ukoliko je riječ o manjim datotekama.

Nakon prebacivanja na drugo fizičko host računalo, može početi postupak ubacivanja virtualnog servera koji je obrnuto proporcionalan izvlačenju. U podizborniku *File* ovaj puta se odabire naredba *Import Appliance...* (*Slika 3.51*) nakon koje se odabire OVF datoteka izvučenog i pakiranog virtualnog servera koja se ubacuje (*Slika 3.52*).

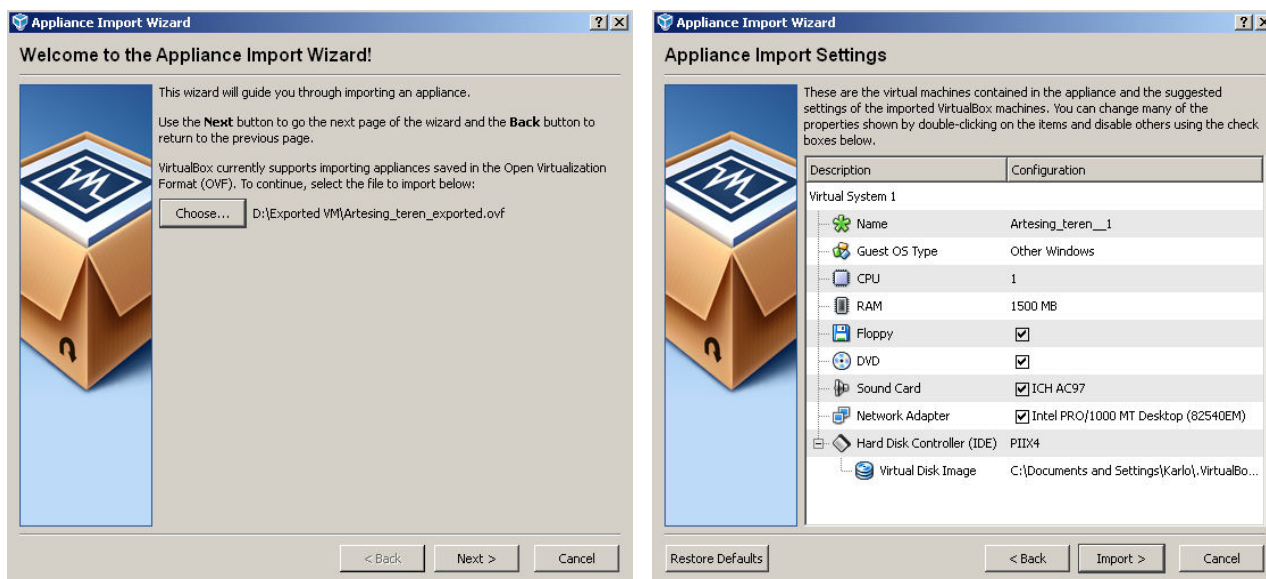


Slika 3.51 - Naredba Import Appliance u podizborniku File

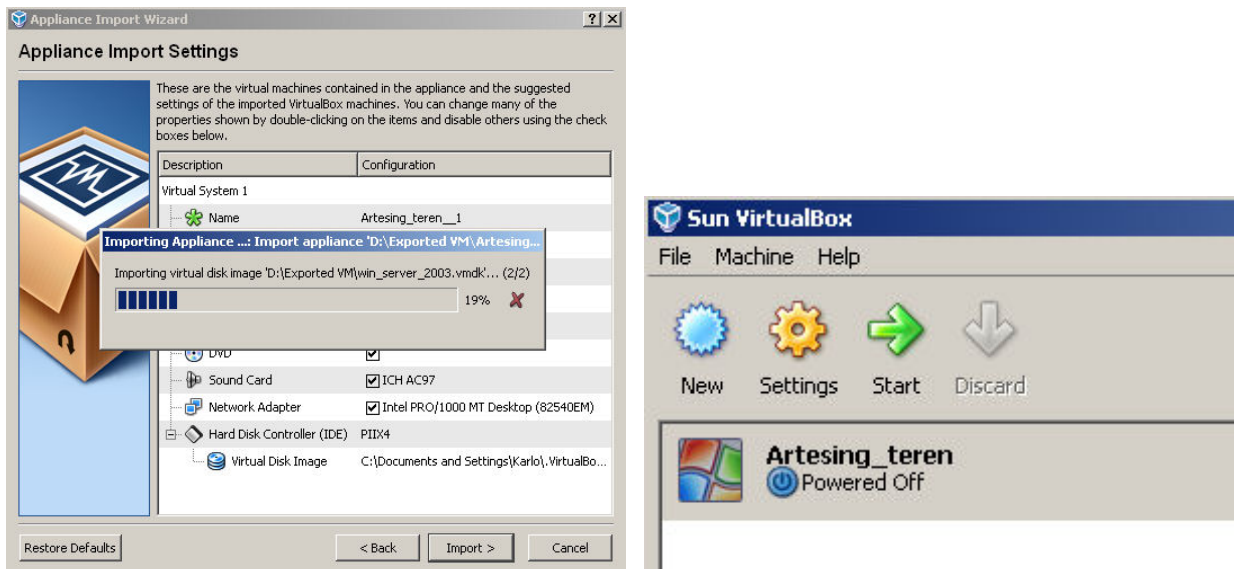


Slika 3.52 – Odabir OVF datoteke prilikom postupka ubacivanja virtualnog stroja

Slika 3.53 i Slika 3.54 pokazuju završne korake ubacivanja virtualnog stroja. Prije samog procesa ubacivanja moguće je pregledati da li su sve postavke ostale kakve su i bile. Nakon toga započinje sami proces ubacivanja koji vremenski puno kraće traje od procesa izvlačenja i pakiranja virtualnog stroja u OVF datoteku.



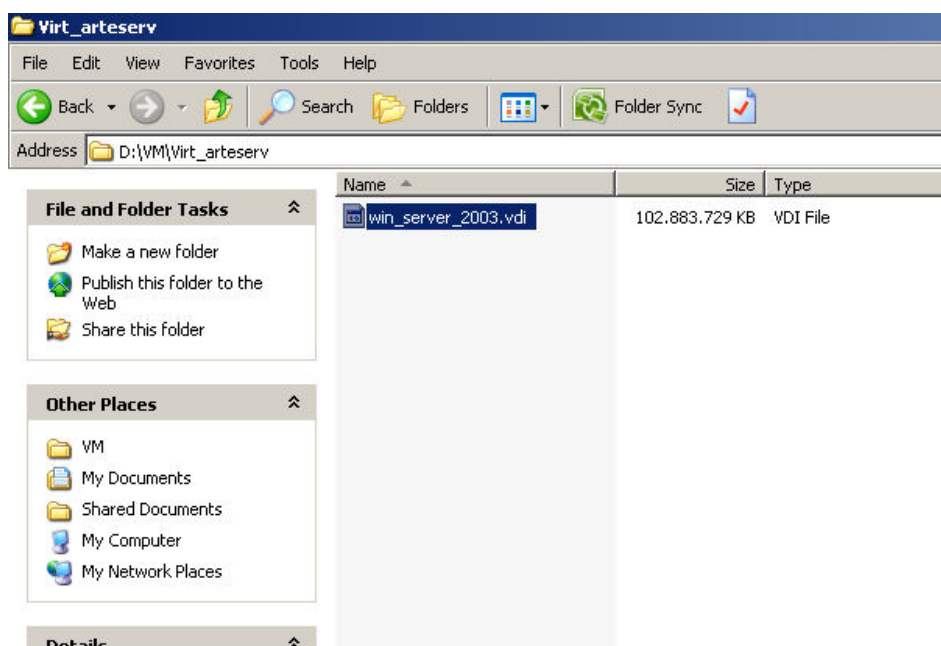
Slika 3.53 - Odabrana OVF datoteka, te pregled postavku virtualnog stroja koji se ubacuje



Slika 3.54 - Proces ubacivanja i spreman virtualni stroj za rad po završetku ubacivanja

Međutim, pošto bi na projektu Key Manhattan postupak izvlačenja virtualnog servera preko *Export Appliance* naredbe trajao približno oko 8 sati, a bilo je moguće postupak vremenski prilično skratiti bez mogućnosti naknadnih problema, izabran je drugačiji način prebacivanja virtualnog servera na fizički server u sjedištu tvrtke.

U tom slučaju, sami postupak samog ubacivanja virtualnog servera na fizički je bio gotovo identičan izradi virtualnog stroja koja je već bila objašnjena u ovom radu. Jedina razlika je u tome što nije bilo potrebno izrađivati novi virtualni hard disk niti izvoditi cjelokupni postupak instalacije operativnog sustava i programa, već samo iskoristiti postojeći virtualni hard disk koji je bio pohranjen na hard disku fizičkog host računala u obliku VDI datoteke (Slika 3.55).

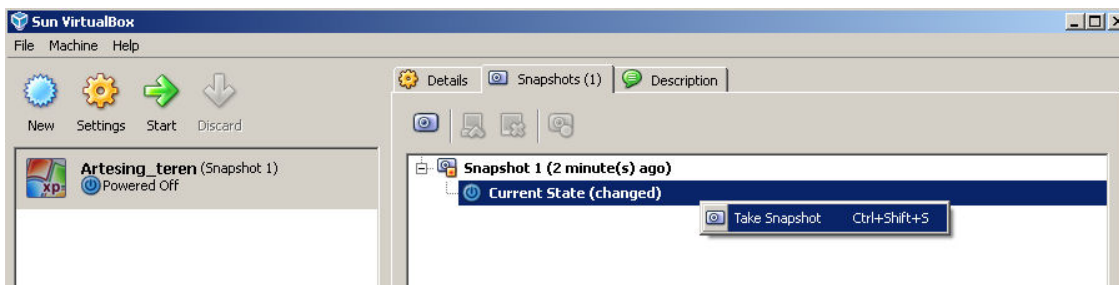


Slika 3.55 - VDI datoteka virtualnog hard diska

Razlog korištenja drugog kraćeg načina prebacivanja virtualnog servera je zato što nije bila korištena opcija *Snapshots*. VDI datoteku virtualnog hard diska je bilo moguće samo kopirati na fizički server, te ju potom pri izradi virtualnog stroja samo učitati kao postojeći virtualni hard disk.

Takav scenarij je moguć samo pri jednokratnom kopiranju sa jednog fizičkog računala na drugo. Dok primjerice u slučaju kopiranja VDI datoteka sa fizičkog servera u sjedištu tvrtke na drugo fizičko računalo (prilikom mogućeg ponovnog odlaska na teren), određenog vremena korištenja virtualnog servera, te naposljetku vraćanja VDI datoteke na fizički server u sjedištu, potrebno je staru VDI datoteku na fizičkom serveru „pregaziti“ sa svježom VDI datotekom koju vraćamo. Takva operacija je potrebna radi UUID identifikacijskog koda svake VDI datoteke, odnosno virtualnog hard diska. U slučaju da ne „pregazimo“ staru VDI datoteku, imali bi dvije kopije virtualna hard diska sa istim UUID kodom. Tada bi sigurno došlo do greške i problema prilikom korištenja tih datoteka.

Opcija *Snapshots* se koristi radi mogućnosti vraćanja virtualnog stroja na prijašnje stanje. Primjerice, pomoću te opcije se može zabilježiti trenutno stanje virtualnog stroja prije eventualne promjene (instalacijom nekog programa i slično), te u slučaju da ta promjena nije bila uspješna ili željena, moguće je u potpunosti vratiti virtualni stroj na prijašnje stanje. *Slika 3.56* prikazuje korištenje *Snapshots* opcije na virtualnom serveru.



Slika 3.56 - Korištenje Snapshots opcije na virtualnom serveru u programu VirtualBox

Po završetku izrade novog virtualnog stroja sa učitanim virtualnim hard diskom virtualnog servera, jedina preostala aktivnost je bila postavljanje mreže i mrežnih postavki sukladno novoj mreži u sjedištu tvrtke na kojoj se sada virtualni server nalazi. Nakon toga, virtualni server je bio spreman za daljnji rad, kao i daljnji pristup dokumentima Vault trezoru istim načinom kako se radilo i pristupalo na gradilištu.

Naposljetku, važno je spomenuti ukoliko se koristi opcija *Snapshots* ili se žele koristiti dvije ili više verzije istog virtualnog servera na jednom fizičkom host računalu, jedini ispravan način prebacivanja virtualnog servera bez problema oko UUID koda virtualnog hard diska ili gubitka zabilježenih prethodnih stanja virtualnog servera je upravo korištenje pravilnog postupka pomoću naredbi *Export Appliance* i *Import Appliance*.

4 ZAKLJUČAK

Na projektu Key Manhattan korištene su mogućnosti i prednosti informatičkih tehnologija i to onih naprednijih poput tehnologije virtualizacije. Uz primjenu virtualnog servera, za cjelokupni posao projektiranja i upravljanje dokumentima korišten je Autodesk Inventor Professional 2009 programski paket. Dio programskog paketa koji se koristio za upravljanje dokumentima su međusobno povezani programi Autodesk Vault i Autodesk Data Management Console. Takav način upravljanja dokumentima doprinio je većem stupnju organizacije i kontroli dokumenata. Moguće je bilo kontrolirati svaku verziju, korisnika koji je radio na njoj i točno vrijeme izrade. Svaka prijašnja verzija je bila dostupna, te u slučaju eventualnih grešaka lako se moglo nastaviti raditi na starijoj verziji te izbjeći ponavljanje grešaka. Redovnim izvođenjem back-up operacija cjelokupne baze podataka povećana je sigurnost dokumenata u slučaju havarija. Povrat eventualno izgubljenih dokumenata je bio moguć u potpunosti i to u kratkom vremenskom roku.

Uz detaljan opis u praksi primijenjenog virtualnog servera na projektu Key Manhattan, glavni cilj ovog rada je bio i upoznavanje sa pojmom tehnologije virtualizacije, načinima primjene i svim prednostima koje primjena tehnologija virtualizacije nudi. Informatičke tehnologije danas se uvelike koriste u svim granama gospodarstva. Takav je slučaj i sa strojarstvom gdje se proračuni, projektiranje i izrada projektnih dokumenata izvodi točnije i brže, dok se organizacija i upravljanje dokumentima izvodi lakše, točnije i uz veću kontrolu.

Primjena virtualnog servera kojem je bio glavni zadatak pohrana, organizacija i upravljanje dokumenata ima niz prednosti bez ijedne uočene bitne mane. U okruženju na gradilištu velika prednost je izbjegavanje velikog utroška vremena i sredstava za nabavku novog posebnog fizičkog servera, njegove softverske pripreme za rad te fizičkog umrežavanja. Dodatna velika prednost je mobilnost, koja je u odnosu na fizički server puno veća. Međutim, uz primjenu na terenu, virtualni server pokazuje prednosti i primjenom u sjedištu tvrtke, te se kao takav nameće kao idealno rješenje i za taj zadatak. U tom slučaju, prije novog posla koji zahtjeva rad na terenu, moguće je samo ga kopirati na mobilni hard disk ili USB memoriju i prenijeti ga na novu lokaciju.

Od velike važnosti je dobro poznavati tehnologiju virtualizacije kao i odabrano programsko rješenje za njenu primjenu i aktivno korištenje. Prije samog korištenja i rada na virtualnom serveru, potrebno se dobro upoznati sa njegovim radom i mogućnostima, kao i proći određeni period vremena koje će pokazati da li postoje nedostaci u primjeni. Tek kada je sve to zadovoljeno, može se bez rizika prijeći na njegovu primjenu i korištenje, jer u poslu projektiranja u strojarstvu svaki prekid u radu izvan plana ima za posljedicu opasnost od vremenskog prekoračenja roka i gubitak.

5 LITERATURA

- [1] Danielle, Ruest; Nelson, Ruest: *Virtualization: A Beginner's Guide*. New York, The McGraw-Hill Companies, 2009, str. 1-51. Ukupan broj stranica: 442.
- [2] Bernard, Golden; Clark, Scheffy: *Virtualization for Dummies*. Indianapolis, Indiana, Wiley Publishing Inc. , 2008, str. 4-11. Ukupan broj stranica: 46.
- [3] CARNet Nacionalni CERT: *Virtualizacija računala* (Javno dostupan edukacijski dokument), CCERT-PUBDOC-2009-12-285, Revizija 1,0, 2009. URL: <http://sigurnost.lss.hr/documents/LinkedDocuments/NCERT-PUBDOC-2009-12-285.pdf> (31.7.2010.)
- [4] Gerald, J. Popek; Robert, P. Goldberg: *Communications of the ACM - Formal requirements for virtualizable third generation architectures*, New York, ACM, 1974, str. 412-421. Ukupan broj stranica: 425.
- [5] The Xen Team: *Xen User's Manual*. University of Cambridge, Cambridge, 2005. URL: http://www.xen.org/files/xen_user_manual.pdf (2.8.2010.)
- [6] Rogier, Dittner; David, Rule: *The Best Damn Server Virtualization Book Period*. Burlington, Syngress Publishing Inc. , 2007, str. 3. Ukupan broj stranica: 931.
- [7] Diane, Barrett; Gregory, Kipper: *Virtualization and Forensics*. Burlington, Syngress Publishing Inc. , 2010, str. 3. Ukupan broj stranica: 254.

PRILOZI

Prilog 1 – Tablična usporedba programskih rješenja za virtualni stroj

Prilog 1 – Tablična usporedba programskih rješenja za virtualni stroj

Programsko rješenje	VirtualBox	Xen	VMware	Windows Virtual PC
Licenca	Besplatna/kupovna	Besplatna	Kupovna	Besplatna
Stvarni CPU	x86-x64, x86	x86-x64, x86, IA-64	x86-x64, x86	x86-x64, x86
Virtualni CPU	x86-x64, x86	x86-x64, x86, IA-64	x86-x64, x86	x86-x64, x86
Host OS	Windows, Linux, Solaris, Max OS X (intel), FreeBSD	NetBSD, Linux, Solaris	Mac OS X, Windows, Linux	Windows 7 (Vista, XP - prijašnje verzije)
Guest OS	Windows, Linux, Solaris, FreeBSD	FreeBSD, NetBSD, Linux, Solaris, Windows XP (Xen v 3.0)	Windows, Linux, Solaris, FreeBSD	Windows 7, Vista, XP (Server, 2000, ME, 98, 95, NT, 3.1, 3.0, DOS - prijašnje verzije)
USB podrška	DA	DA	DA	DA
Brzina u odnosu na fizički sustav	Približna	Približna uz veće gubitke	Približna uz manje gubitke	Približna
Potpuna virtualizacija	DA	DA	DA	DA
Paravirtualizacija	NE	DA	NE	NE
Virtualizacija na razini OS	NE	NE	NE	NE
Sam po sebi ima ulogu hosta	NE	DA	DA	NE
3D akceleracija	OpenGL 2.0	VMGL (Xen GL)	DA (Vmware Server 4.0)	NE
Napomene	Podrška za kernel, RDP i USB uz kupnju licence. Za neke verzije podrška i bez kupnje licence.	Za potpunu virtualizaciju potrebna Cpu podrška za VT/AMD-V.	Određene verzije traže posebnu licencu za kernel module.	Zadnja verzija - Windows Virtual PC Prijašnje verzije - Microsoft Virtual PC, Connectix Virtual PC