

Zygmunt BOK

PAMIĘĆ MASOWA POD KONTROLĄ SYSTEMU OPERACYJNEGO LINUX OPENFILER ESA, WSPÓŁPRACUJĄCA Z KLASTREM VMWARE ESXI

Streszczenie. W niniejszym artykule opisano sposób, w jaki można zbudować ekonomiczną pamięć masową typu „Fiber Channel SAN Storage”, pracującą pod kontrolą systemu operacyjnego Linux Openfiler ESA, współpracującą z klastrem wysokiej dostępności HA (ang. High Availability) VMWARE ESXi w zakresie podstawowej zdolności przyłączeniowej BC (ang. Basic Connectivity), odporności na uszkodzenia FT oraz pełnej redundancji połączeń światłowodowych pomiędzy pamięcią masową a klastrem HA zbudowanym w technologii VMWARE ESXi.

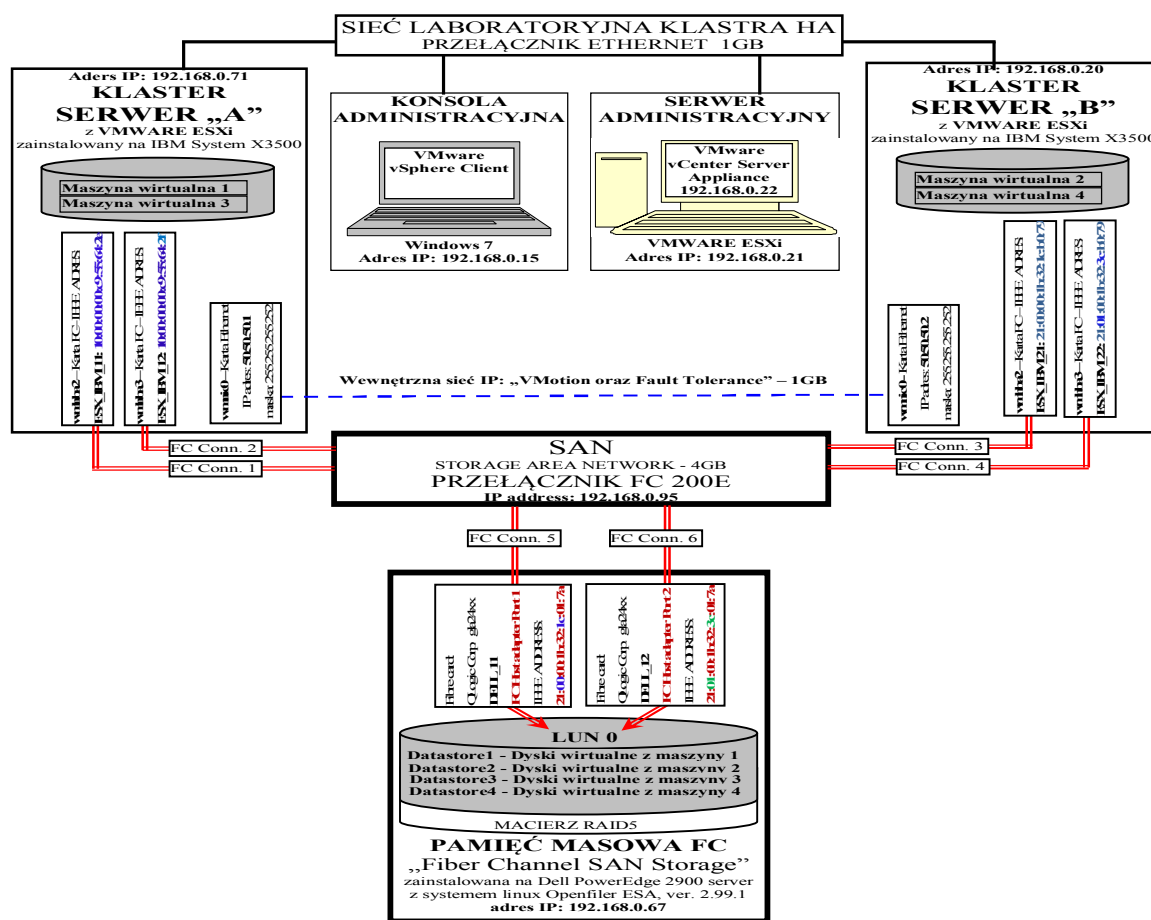
1. Wprowadzenie

W artykule przedstawiono klastery wysokiej dostępności z pełną redundancją połączeń światłowodowych, jako platformę dla maszyn wirtualnych współpracujących z systemem pamięci masowej typu „Fiber Channel SAN Storage”. W budowie klastra wykorzystano technologię VMWARE ESXi firmy VMware Inc., wspierającej wiele różnych i bardzo drogie systemów pamięci masowych typu Storage Area Network (SAN) w różnych konfiguracjach.

Produkowane obecnie przez VMware Inc. oprogramowanie VMware ESX Server klasy „enterprise” dla organizacji i podmiotów gospodarczych różnej wielkości, służy do tworzenia wirtualnej infrastruktury informatycznej. Opiera się na własnym kernelu oraz konsoli zarządzającej, którą jest zmodyfikowany system operacyjny Red Hat Linux, posiadający własne sterowniki i obsługujący specyficzny sprzęt komputerowy.

W niniejszym artykule opisano sposób, w jaki można zbudować ekonomiczną pamięć masową typu „Fiber Channel SAN Storage”, pracującą pod kontrolą systemu operacyjnego Linux Openfiler ESA, współpracującą z klastrem wysokiej dostępności HA (ang. High Availability) VMWARE ESXi w zakresie podstawowej zdolności przyłączeniowej BC (ang. Basic Connectivity), odporności na uszkodzenia FT oraz pełnej redundancji połączeń

światłowodowych pomiędzy pamięcią masową a klastrem HA zbudowanym w technologii VMWARE ESXi. Openfiler ESA jest systemem operacyjnym, który zapewnia obsługę plikowych (ang. file-based) typu NAS (ang. Network-Attached Storages) oraz blokowych (ang. blok-based) pamięci masowych typu SAN Storage. Ogólną koncepcję budowy takiego klastra przedstawiono na Rys. 1. Na tym rysunku zasadniczą rolę pełni sieć światłowodowa Storage Area Network (SAN) z przyłączoną do niej pamięcią masową, pracująca pod kontrolą systemu operacyjnego Linux Openfiler ESA ver. 2.99.1.

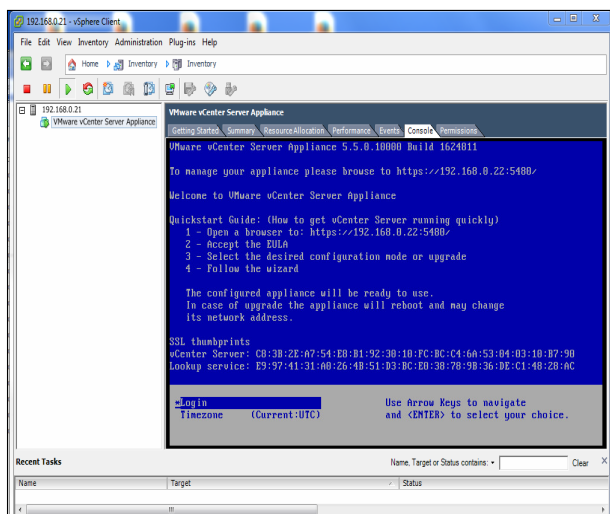


Rys. 1. Klaster Wysokiej dostępności VMware ESXi z pamięcią masową FC

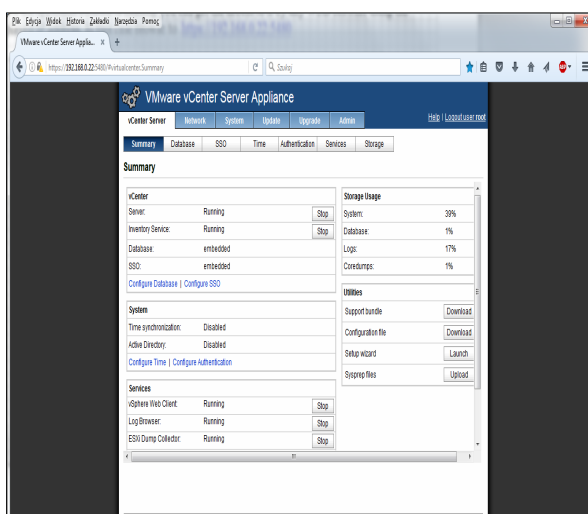
2. Instalacja i konfiguracja klastra VMWARE wysokiej dostępności

W związku z potrzebą zbudowania ekonomicznego klastra laboratoryjnego, zgodnie z Rys.1, w zakresie podstawowej zdolności przyłączeniowej, odporności na uszkodzenia FT oraz pełnej redundancji połączeń światłowodowych pomiędzy klastrem a pamięcią masową typu „Fiber Channel SAN Storage”, pracującej pod kontrolą systemu operacyjnego Linux Openfiler ESA, zainstalowano i dokonano jego konfiguracji na dwóch maszynach IBM System

X3500, na których zainstalowano oprogramowanie serwerowe VMWARE ESXi ver. 5.5. Zarządzanie tym klastrem sprawowano za pomocą pakietu oprogramowania VMware vCenter Operations Management Suite 5.8, tj. VMware vCenter Server Appliance ver. 5.5, które zostało zainstalowane na oddzielnym 64 bitowym serwerze zarządzającym z oprogramowaniem serwerowym VMware ESXi ver. 5.5. Oprogramowanie administracyjne, w postaci pakietu VMware vSphere Client ver.5.5, zarządzające całym klastrem, zainstalowano na kolejnym 64 bitowym komputerze. W celu instalacji oprogramowania “VMware vCenter Server Appliance”, korzystano z kreatora tego oprogramowania z poziomu klienckiego programu zarządzającego “vSphere Client”, instalującego plik “VMware-vCenter-Server-Appliance-5.5.0.10000-1624811_OVF10.ovf”. W celu uzyskania dostępu do konsoli administracyjnej „VMware vCenter Server Appliance”, na serwerze zarządzającym uruchomiono maszynę wirtualną dostępną pod nazwą “VMware vCenter Server Appliance”, co pokazano na Rys. 2. Dostęp do uruchomionej konsoli maszyny wirtualnej „VMware vCenter Server Appliance” możliwy jest za pomocą dowolnej przeglądarki internetowej, wykorzystującej wyświetlany adres IP, co pokazano na Rys. 3.



Rys. 2. Uruchomiona maszyna wirtualna „VMware vCenter Server Appliance”



Rys. 3. Konsola maszyny wirtualnej „VMware vCenter Server Appliance”

Właściwą strukturę klastra utworzono za pomocą kreatora z pakietu “VMware vSphere Client for ESXi servers”, zainstalowanego na konsoli administracyjnej. Podczas pracy kreatora klastra włączono/wyłączono następujące jego opcje oraz funkcjonalności, tj.:

1. Włączono opcję wysokiej dostępności - „*Turn On vSphere HA*”,
2. Włączono opcję monitorowania hostów - „*Enable Host Monitoring*”,
3. Ustalono wysoki priorytet restartu klastra oraz maszyn wirtualnych - „*VM restart priority - High*”,

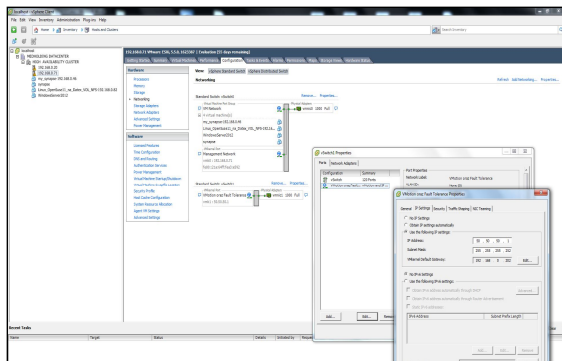
4. Wyłączono opcję statusu monitorowania maszyn wirtualnych - “*VM Monitoring Status - Disabled*”,
5. Wyłączono opcję wzmożonej kompatybilności - “*Enhanced vMotion Compatibility - Disable EVC*”,
6. Ustalono lokalizację plików typu ‘*swapfile*’ - “*Store the swapfile in the same directory as the virtual machine*”.

Na Rys. 4. pokazano wynik działania tego kreatora, za pomocą którego dodano do utworzonej struktury klastra nowe hosty z systemem ESXi.

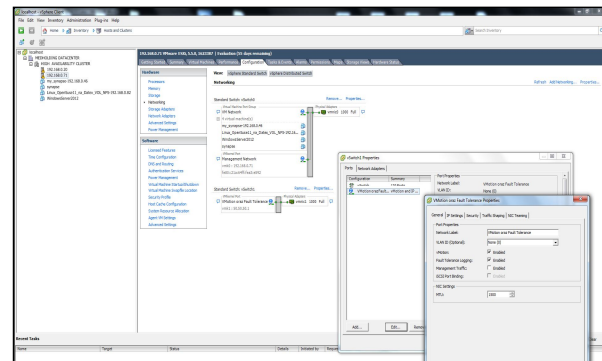


Rys.4. Nowe hosty i maszyny wirtualne w klastrze

W celu zapewnienia funkcjonalności związanej z przenoszeniem wirtualnych maszyn pomiędzy hostami i klastrami (ang. VMotion) oraz odporności na awarie (ang. Fault Tolerance), utworzono dla nich wewnętrzną sieć komunikacyjną pod nazwą “*VMotion and Fault Tolerance*”. W tym celu dla pierwszego hosta ESXi (192.168.0.71) ustalono wewnętrzny adres IP 50.50.50.1 (maska 255.255.255.252) oraz odpowiednie opcje wyboru, co przedstawiono na Rys. 5 i Rys.6. Podobnie, dla drugiego hosta ESXi (192.168.0.71) ustalono wewnętrzny adres IP 50.50.50.2 (maska 255.255.255.252) oraz odpowiednie opcje wyboru.



Rys. 5. Ustawienie adresu IP dla wewnętrznej sieci „*VMotion and Fault Tolerance*”



Rys. 6. Ustawienie opcji dla “*vMotion*” oraz “*Fault tolerance logging*”

3. Konfigurowanie pamięci masowej typu „SAN Fibre Channel”

3.1. Część 1. Linux Openfiler ESA – Konfigurowanie kanału światłowodowego

Instalację systemu operacyjnego Openfiler ESA (ver. 2.99.1) przeprowadzono na 64 bitowej maszynie Dell PowerEdge 2900 z dwiema kartami światłowodową typu qla24xx. Po włączeniu usług **scst** (`# chkconfig scst on`) oraz **qla2x00tgt** (`# chkconfig qla2x00tgt on`), odszukano w systemie porty WWN [2] (`# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name`), a następnie włączono tryb „*target*” dla każdego interfejsu światłowodowego, za pomocą komendy o następującej składni: `scstadmin -enable_target X -driver Y`, gdzie X jest adresem WWN separowanym dwukropkami np.: "21:00:00:1b:32:1c:01:7a ".

Wykonano zatem w systemie Openfiler następujące polecenia:

```
dla FC Host adapter Port 1:      # scstadmin -enable_target 21:00:00:1b:32:1c:01:7a -driver qla2x00t
dla FC Host adapter Port 2:      # scstadmin -enable_target 21:01:00:1b:32:3c:01:7a -driver qla2x00t
```

Następnie utworzono grupę bezpieczeństwa dla wszystkich urządzeń, które będą używały trybu „*target*”. Dla opisywanego przypadku, utworzono grupę bezpieczeństwa o nazwie „*esxi*”, używając polecenia o składni:

`scstadmin -add_group Z -driver Y -target X`, gdzie Z jest nazwą grupy.

Wykonano następujące polecenia:

```
dla FC Host adapter Port 1: # scstadmin -add_group esxi -driver qla2x00t -target 21:00:00:1b:32:1c:01:7a
dla FC Host adapter Port 2: # scstadmin -add_group esxi -driver qla2x00t -target 21:01:00:1b:32:3c:01:7a
```

3.2. Konfigurowanie przełącznika Fibre Channel FC

3.2.1. Definiowanie i tworzenie aliasów oraz stref

W celu ograniczenia dostępu jakiegoś serwera do pamięci masowej nie alokowanej dla niego, w sieciach SAN używa się tzw. mechanizmu *zoningu*, który pozwala na segmentację sieci Fibre Channel przy pomocy przełączników. Zazwyczaj strefy (ang. zones) tworzone są dla każdej grupy serwerów, które uzyskują dostęp do udostępnionej grupy urządzeń pamięci masowej i jednostek logicznych LUN (ang. Logical Unit Number). Strefy definiują, które hosty mogą łączyć się z określonymi pamięciami masowymi. Urządzenia spoza strefy są niewidoczne dla urządzeń wewnątrz strefy.

W zastosowanym przełączniku FC 200E, zdefiniowano i utworzono aliasy i strefy dla hostów za pomocą poniższych poleceń:

1. dla aliasów:

- Pamięci masowej – na serwerze DELL, pod kontrolą systemu operacyjnego Openfiler ESA:

oraz FC Host adapter Port 1: DELL_11 # alicreate DELL_11, "21:00:00:1b:32:1c:01:7a"

FC Host adapter Port 2: DELL_12 # alicreate DELL_12, "21:01:00:1b:32:3c:01:7a"

- Hostów ESXi – na serwerach IBM:

• ESX_IBM_11 # alicreate ESX_IBM_11, "10:00:00:00:c9:55:64:2e"

• ESX_IBM_12 # alicreate ESX_IBM_12, "10:00:00:00:c9:55:64:2f"

• ESX_IBM_21 # alicreate ESX_IBM_21, "21:00:00:1b:32:1c:b0:79"

• ESX_IBM_22 # alicreate ESX_IBM_22, "21:01:00:1b:32:3c:b0:79"

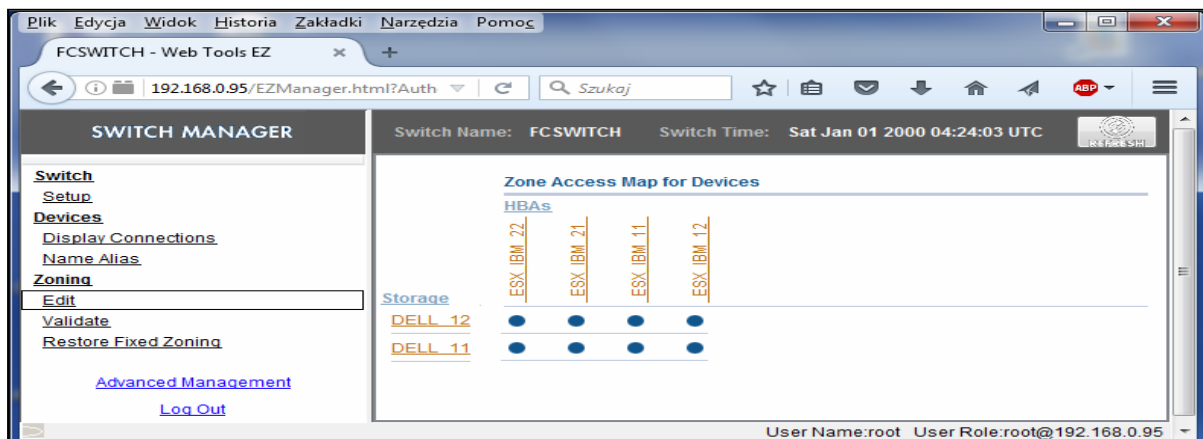
2. dla macierzy stref (zones array):

ZONES =	[zone11 zone21	• zone11	# zonecreate zone11, "ESX_IBM_11; DELL_11"
		zone12 zone22	• zone12	# zonecreate zone12, "ESX_IBM_11; DELL_12"
		zone13 zone23	• zone13	# zonecreate zone13, "ESX_IBM_12; DELL_11"
		zone14 zone24	• zone14	# zonecreate zone14, "ESX_IBM_12; DELL_12"
			• zone21	# zonecreate zone21, "ESX_IBM_21;
			DELL_11"	
			• zone22	# zonecreate zone22, "ESX_IBM_21;
			DELL_12"	

Utworzone aliasy i strefy zapisano w pamięci nieulotnej przełącznika za pomocą komendy:

```
# cfgcreate AppServer, "zone11; zone12; zone13; zone14; zone21; zone22; zone23; zone24"
```

co pokazano na Rys. 7.

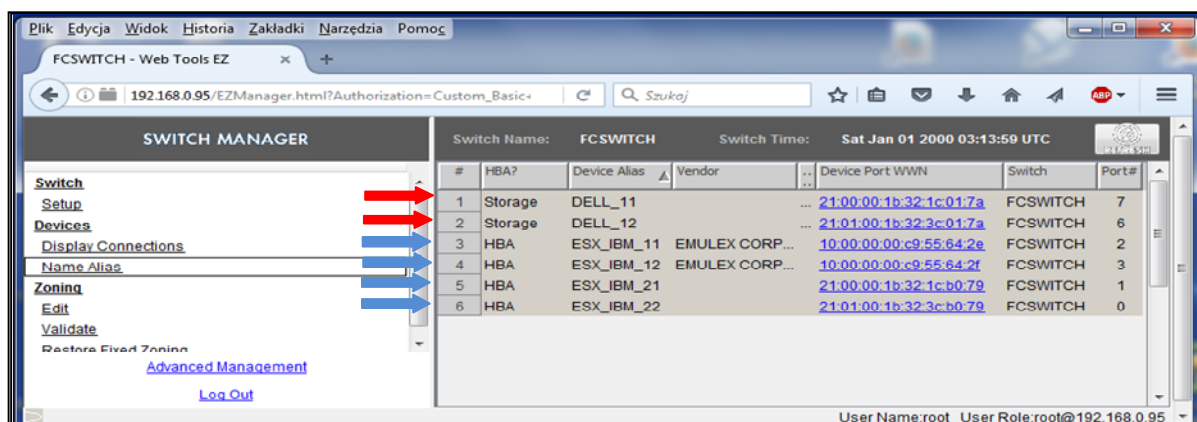


Rys. 7. Menadżer przełącznika FC 200E (192.168.0.95) - Zdefiniowane aliasy

3.2.2. Przyporządkowanie portów w przełączniku FC do grup bezpieczeństwa

Na tym etapie konfigurowania kanałów światłowodowych pamięci masowej pracującej pod kontrolą Openfiler ESA, niezbędne jest określenie adresów WWN wszystkich hostów

ESXi włączonych do niej za pośrednictwem przełącznika FC 200E. Dokonano tego za pomocą jego menadżera w sekcji „Devices”, co pokazano na Rys. 8.



Rys. 8. Menadżer przełącznika FC (192.168.0.95) - adresy WWN hostów ESXi

W celu przyporządkowania portów przełącznika FC 200E do grup bezpieczeństwa, z poziomu systemu operacyjnego pamięci masowej pracującej pod kontrolą systemu Openfiler ESA, wykonano poniższe komendy o następującej składni: *scstadmin -add_init W -driver y -target x -group Z*

Dla FC Host adapter Port 1 - DELL_11 - 21:00:00:1b:32:1c:01:7a

oraz dla ESX_IBM_11 - 10:00:00:00:c9:55:64:2e

oraz dla ESX_IBM_12 - 10:00:00:00:c9:55:64:2f

```
# scstadmin -add_init 10:00:00:00:c9:55:64:2e
```

```
-driver qla2x00t
```

```
-target 21:00:00:1b:32:1c:01:7a
```

```
-group esxi
```

```
# scstadmin -add_init 10:00:00:00:c9:55:64:2f
```

```
-driver qla2x00t
```

```
-target 21:00:00:1b:32:1c:01:7a
```

```
-group esxi
```

oraz dla ESX_IBM_21 - 21:00:00:1b:32:1c:b0:79

oraz dla ESX_IBM_22 - 21:01:00:1b:32:3c:b0:79

```
# scstadmin -add_init 21:00:00:1b:32:1c:b0:79
```

```
-driver qla2x00t
```

```
-target 21:00:00:1b:32:1c:01:7a
```

```
-group esxi
```

```
# scstadmin -add_init 21:01:00:1b:32:3c:b0:79
```

```
-driver qla2x00t
```

```
-target 21:00:00:1b:32:1c:01:7a
```

```
-group esxi
```

Dla FC Host adapter Port 2 - DELL_12 - 21:01:00:1b:32:3c:01:7a

oraz dla ESX_IBM_11 - 10:00:00:00:c9:55:64:2e

oraz dla ESX_IBM_12 - 10:00:00:00:c9:55:64:2f

```
# scstadmin -add_init 10:00:00:00:c9:55:64:2e
```

```
-driver qla2x00t
```

```
-target 21:01:00:1b:32:3c:01:7a
```

```
-group esxi
```

```
# scstadmin -add_init 10:00:00:00:c9:55:64:2f
```

```
-driver qla2x00t
```

```
-target 21:01:00:1b:32:3c:01:7a
```

```
-group esxi
```

oraz dla ESX_IBM_21 - 21:00:00:1b:32:1c:b0:79

oraz dla ESX_IBM_22 - 21:01:00:1b:32:3c:b0:79

```
# scstadmin -add_init 21:00:00:1b:32:1c:b0:79
```

```
-driver qla2x00t
```

```
-target 21:01:00:1b:32:3c:01:7a
```

```
-group esxi
```

```
# scstadmin -add_init 21:01:00:1b:32:3c:b0:79
```

```
-driver qla2x00t
```

```
-target 21:01:00:1b:32:3c:01:7a
```

```
-group esxi
```

3.3. Część 2. Linux Openfiler ESA– Utworzenie woluminu logicznego

W celu utworzenie woluminu logicznego o nazwie "*vol_fc*", zawartego w grupie woluminowej o nazwie "*my_vg*", określonej w pamięci masowej typu „Fiber Channel SAN Storage” będącej pod kontrolą systemu operacyjnego Openfiler ESA, korzystano z administracyjnego interfejsu graficznego (GUI) serwera Openfiler ESA, jak pokazano na Rys.1. W dalszej części tego rozdziału wykorzystywano następujące pojęcia:

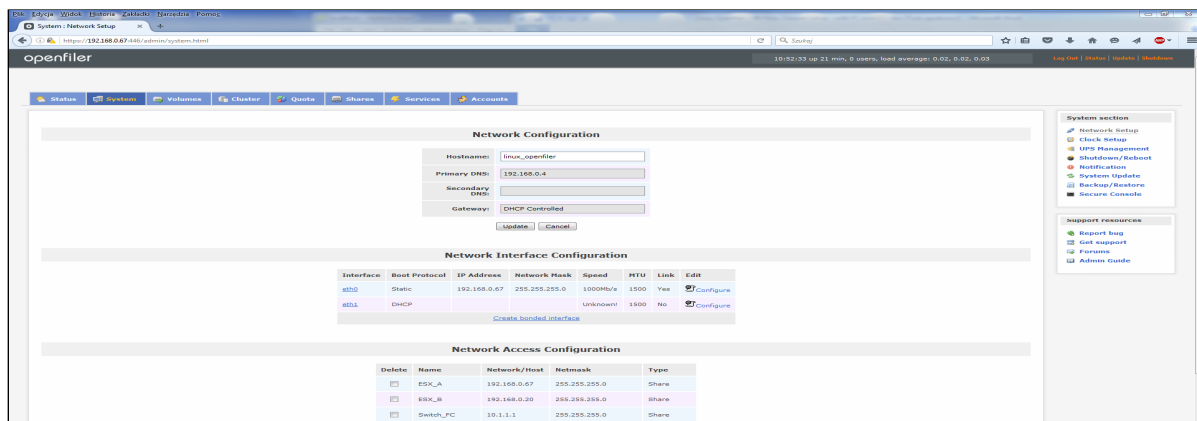
1. Fizyczny Wolumen – przyporządkowanie przestrzeni dyskowej na fizycznym dysku dla wykorzystania w Grupie Wolumenowej,
2. Grupa Wolumenowa – zawiera fizyczne woluminy fizyczne, spośród których tworzony będzie Logiczny Wolumen,
3. Jednostka logiczna LUN – jednostka logiczna, która przedstawiana jest hostom ESXi.

3.3.1. Konfigurowanie pamięci masowej typu “FC Channel Storage”

Przed przystąpieniem do wykonania konfiguracji pamięci masowej typu “FC Storage” pracującej pod kontrolą Openfiler ESA, dla przyszłego wykorzystania, dokonano odpowiedniego przygotowania wirtualnych dysków w pamięci masowej (na serwerze Dell PowerEdge 2900) za pomocą BIOS RAID menadżera. Utworzona dwa wirtualne dyski:

1. Virtual disk 0 – jako zbiór 2 dysków (RAID 0, VOL0), przeznaczony jako urządzenie ‘/dev/sda’ systemu operacyjnego Openfiler ESA.
2. Virtual disk 1 - jako zbiór 6 dysków (RAID 5, VOL1), przeznaczony dla przyszłego wykorzystania przez ESXi (dla definiowania obszaru danych „Datastore”), jako urządzenie ‘/dev/sdb’, dostępne dla iSCSI lub kanału FC, konfigurowany później w następnym rozdziale 3.3.1.2.

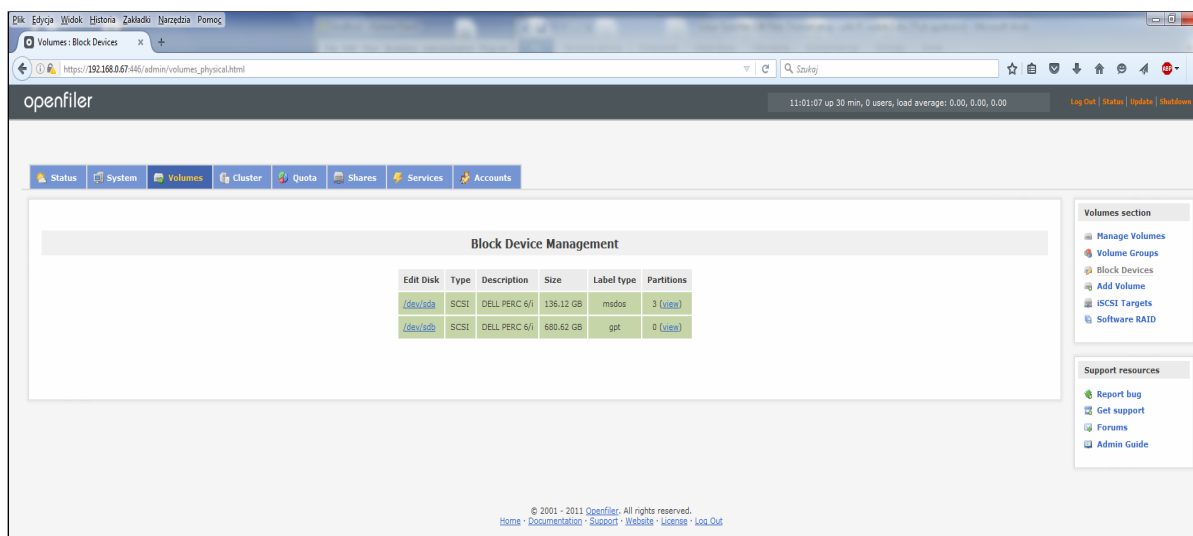
Pierwszą czynnością, którą wykonano w ramach tej konfiguracji, stanowiło wprowadzenie niezbędnych informacji systemowych – w zakładce „System”, co pokazano na Rys. 9. Oprócz informacji o nazwie hosta, adresie DNS, adresie IP dla interfejsu eth0, wprowadzono też adresy przyłączonych hostów ESXi oraz przełącznika FC z ustawioną flagą „Share”.



Rys. 9. Konfiguracja dostępu sieciowego

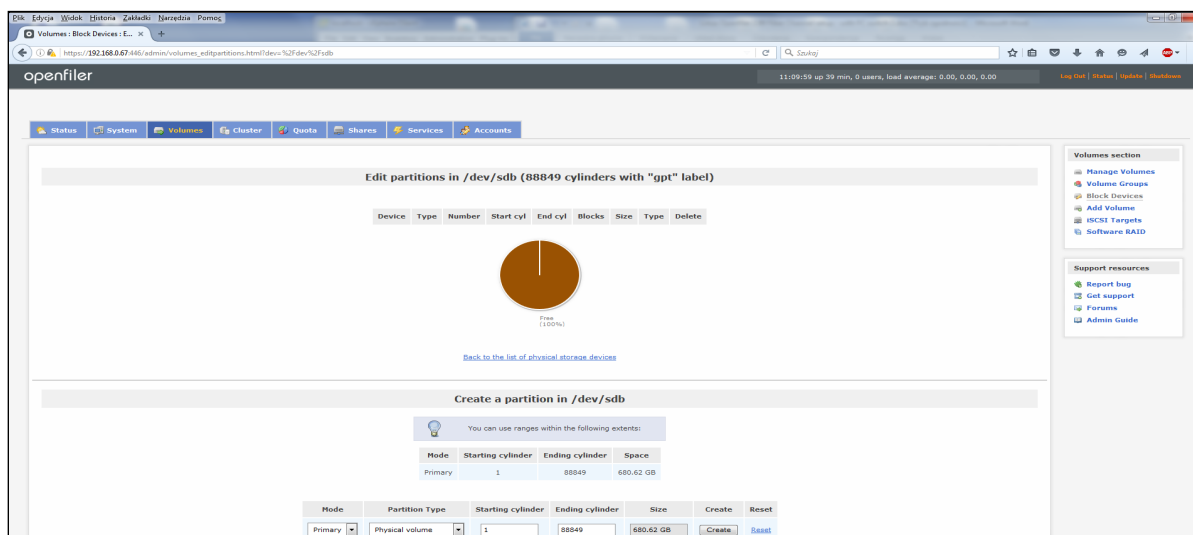
3.3.1.1. Krok 2 – Utworzenie Nowego Fizycznego Woluminu

W tym kroku utworzono fizyczny wolumen, który następnie użyto do utworzenia Grupy Wolumenowej. Utworzono go, wybierając opcję ‘Block Devices’ z zakładki ‘Volumes’ menu głównego, co pokazano na Rys. 10.



Rys. 10. Zarządzanie urządzeniami blokowymi

Następnie wybrano ‘Edit Disk’ na dysku twardym, na którym zamierzano utworzyć wolumen fizyczny – w tym przypadku ‘/dev/sdb’ – utworzony wcześniej na poziomie BIOS RAID menadżera, jako zbiór 6 dysków (RAID 5, VOL1), dla przyszłego obszaru danych „Datastore”, dostępnego przez kanał iSCSI lub FC. W końcu, jako typ partycji nowego wolumenu fizycznego, wybrano opcję ‘Physical volume’, natomiast w opcji ‘Mode’ wybrano jako ‘Primary’, co pokazano na Rys. 11.

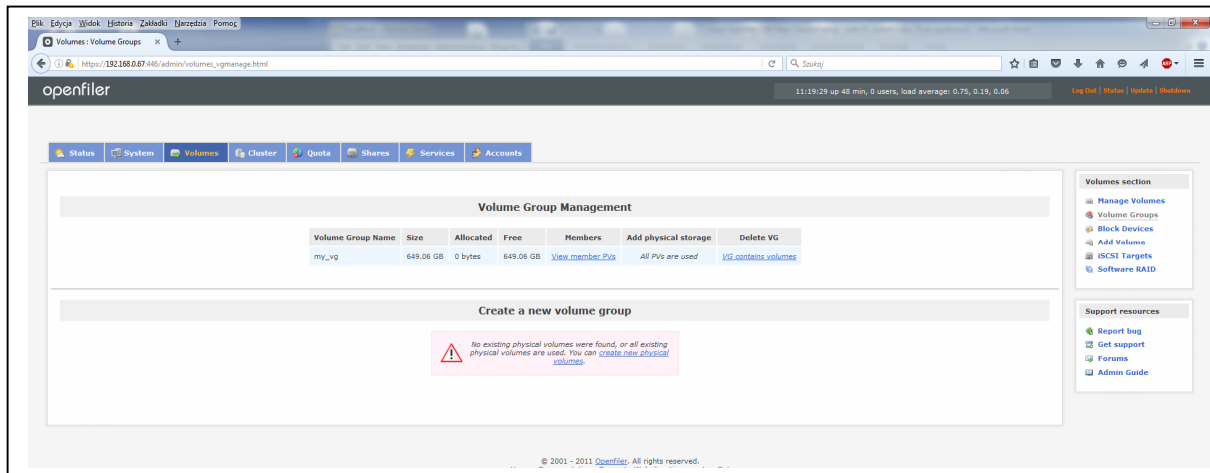


Rys. 11. Tworzenie woluminu fizycznego

3.3.1.2. Krok 3 – Tworzenie nowej grupy woluminowej

Po utworzeniu fizycznego wolumenu, utworzono grupę wolumenową w której będzie on rezydował. Po wybraniu zakładki ‘Volumes’ wybrano ‘Volume Groups’ z menu ‘Volume section’, a następnie wprowadzeniu nazwy grupy wolumenowej (**my_vg**) i zaznaczeniu wła-

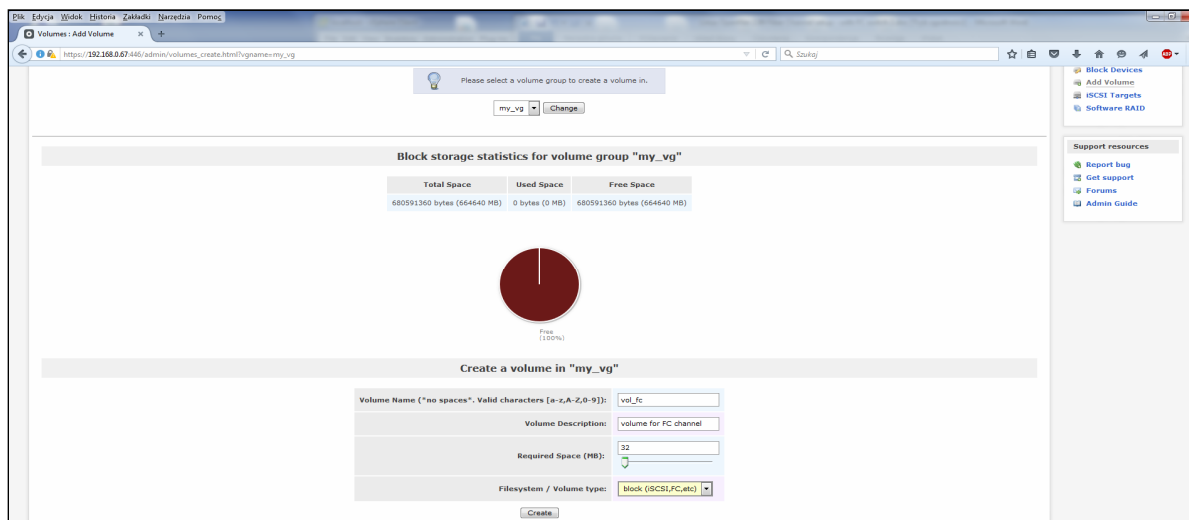
ściwego wolumenu fizycznego '/dev/sdb1' w którym będzie definiowana, ostatecznie utworzono grupę o nazwie "**my_vg**", co pokazano na Rys. 12.



Rys. 12. Menadżer grupy wolumenowej

3.3.1.3. Krok 4 – Tworzenie wolumenu

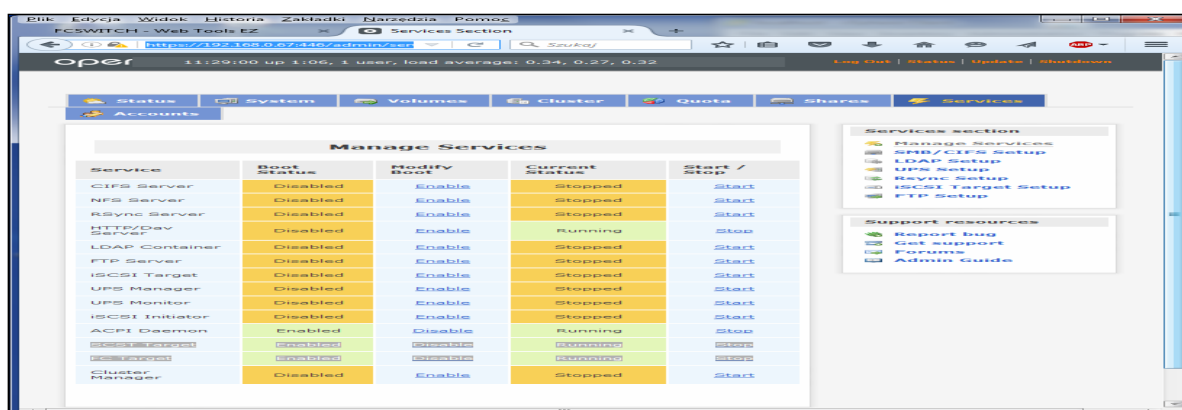
Tworzenie wolumenu w grupie wolumenowej wykonano za pomocą opcji 'Add volume' dostępnej z menu 'Volumes section'. Po wybraniu utworzonej wcześniej grupy wolumenowej 'my_vg' określono jego nazwę "**vol_fc**", rozmiar wolumenu oraz typ 'Filesystem/Volume type' jako 'block iSCSI, FC, etc', co pokazano na Rys. 13.



Rys. 13. Tworzenie wolumenu w grupie wolumenowej

3.3.1.4. Krok 5 - Uruchomienie usługi "SCST Target" oraz "FC Target" services

Ostatnim elementem konfiguracji pamięci masowej typu "FC Storage", pracującej pod kontrolą Openfiler ESA, jest uruchomienie usług "SCST Target" oraz "FC Target", które uaktywniano z poziomu strony administracyjnej Openfiler ESA, co pokazano na Rys. 14.



Rys. 14. Strona administracyjna Openfiler ESA – menadżer usług

3.3.2. Tworzenie urządzenia scst

Na tym etapie konfigurowania pamięci masowej „SAN Fibre Channel” zostały spełnione wszystkie niezbędne warunki dla utworzenia urządzenia FC, które będzie wskazywało na wcześniej utworzony wolumen logiczny, tj.: „vol_fc”. Do jego utworzenia użyto komendy o następującej składni:

```
scstadmin -open_dev V
           -handler T
           -attributes filename=U
```

Gdzie parametr parametr V zastąpiono wcześniej utworzoną etykietą utworzonego woluminu „vol_fc”, natomiast parametr U zastąpiono pełną ścieżką (/dev/my_vg/vol_fc) do logicznego wolumenu utworzonego w poprzednim kroku. Parametr T (‘handler’) określa się za pomocą poniższej komendy:

```
# scstadmin -list_handler
Collecting current configuration: done.
Handler
vdisk_fileio
```

W końcu, wykonano komendę o poniższej składni, które utworzyło urządzenia FC, wskazujące na wcześniej utworzony wolumen logiczny, tj.: „vol_fc”

```
# scstadmin -open_dev vol_fc
           -handler vdisk_fileio
           -attributes filename=/dev/my_vg/vol_fc
```

3.3.3. Przypisanie wolumenu logicznego oraz LUN do grupy bezpieczeństwa

W celu przyporządkowania wcześniej utworzonego wolumenu logicznego „vol_fc” oraz LUN do grupy bezpieczeństwa wykonano poniższe komendy o następującej składni:

```
scstadmin -add_lun S -driver Y -target W -group Z -device V
```

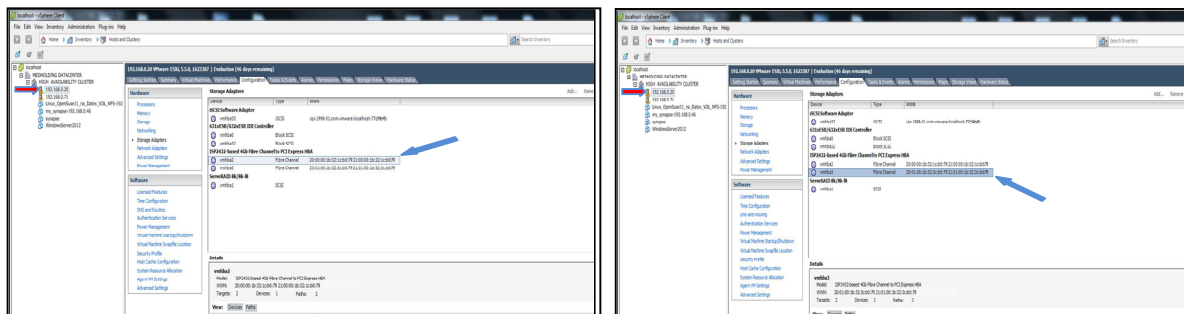
gdzie S - oznacza numer LUN, począwszy od 0.

```
Dla FC Host adapter Port1: 21:00:00:1b:32:1c:01:7a
# scstadmin -add_lun 0
  -driver qla2x00t
  -target 21:00:00:1b:32:1c:01:7a
  -group esxi
  -device vol_fc
```

```
Dla FC Host adapter Port2: 21:01:00:1b:32:3c:01:7a
# scstadmin -add_lun 0
  -driver qla2x00t
  -target 21:01:00:1b:32:3c:01:7a
  -group esxi
  -device vol_fc
```

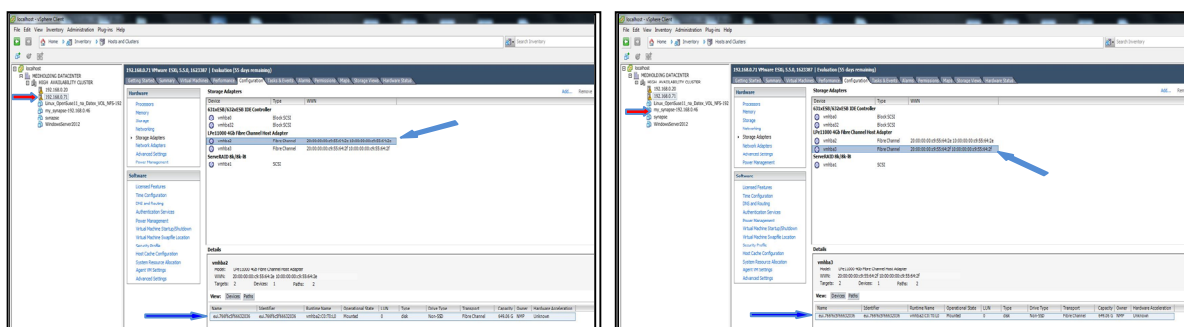
3.4. Definiowanie obszarów danych (Datastores) dla serwerów ESXi w pamięci masowej typu „SAN Fibre Channel”

Po dokonaniu konfiguracji pamięci masowej typu „SAN Fibre Channel”, zdefiniowano odpowiednie obszary dla danych „Datastores” dla każdego serwera ESXi w klastrze. Po sprawdzeniu, z poziomu aplikacji klienckiej VMware vSphere, widoczności adapterów - co pokazano Rys. 15,16 - typu „Fibre Channel Host Adapter”, gdzie ich widoczność oznacza, że są działające i gotowe do zdefiniowania obszarów dla danych „Datastores” dla każdego serwera ESXi w klastrze. Na tych rysunkach widać, że dla każdego serwera ESXi wraz z jego adapterami FC, utworzono dla nich odpowiednie urządzenia FC. Przykładowo, dla serwera ESXi 192.168.0.20 i adaptera „ISP2432-based 4GB Fibre Channel to PCI Express HBA”, utworzono dwa urządzenia typu FC o nazwach „vmhba2” i „vmhba3”.



Rys. 15. Utworzone dwa urządzenia typu FC dla serwera ESXi 192.168.0.20

Podobnie, dla serwera ESXi server 192.168.0.71 i adaptera „LPE 1100 GB Fibre Channel Host Adapter”, utworzono dwa urządzenia typu FC o nazwach „vmhba2” i „vmhba3”.

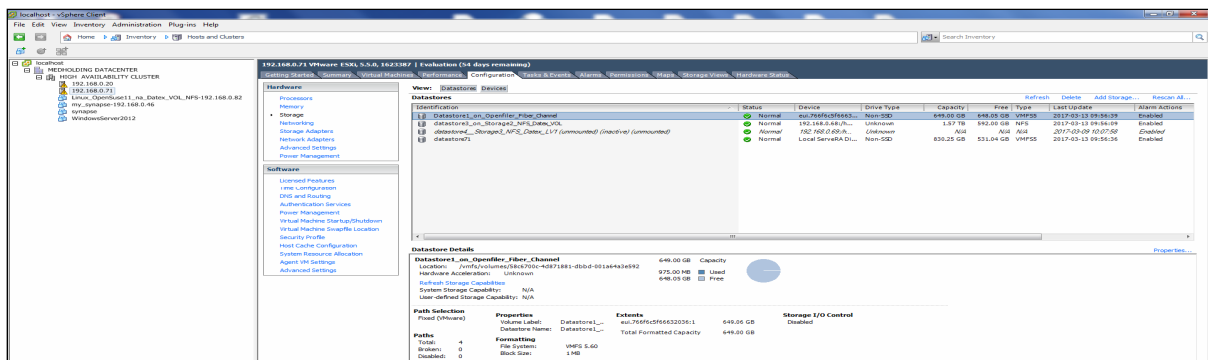


Rys. 16. Utworzone dwa urządzenia typu FC dla serwera ESXi 192.168.0.71

Jak pokazano na powyższych rysunkach, każde urządzenie FC wskazuje na tę samą pamięć masową FC o nazwie „*eui.766f6c5f66632036*”, której pojemność wynosi 649.06 GB.

Na koniec prac konfiguracyjno-instalacyjnych uruchomiono kreator obszaru danych „*Datastores*”, dla każdego z serwerów ESXi, alokowanych w pamięci masowej typu „SAN Fibre Channel” i za jego pomocą po wybraniu:

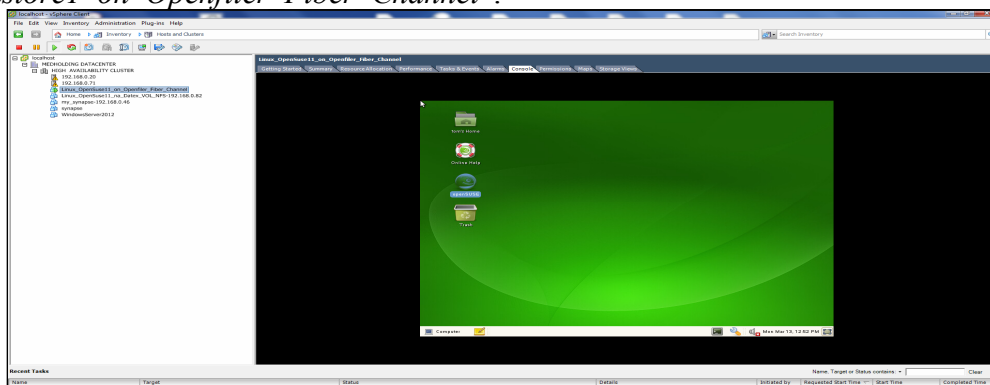
1. właściwego typu pamięci masowej: wskaż opcję „*Disk/Lun*”,
 2. właściwego LUN w celu utworzenia obszaru danych „*Datastore*”,
 3. właściwej wersji systemu plików „*File System Version*”,
 4. nazwy obszaru danych – np. „*Datastore1_on_Openfiler_Fiber_Channel*”,
- utworzono obszar „*Datastore1_on_Openfiler_Fiber_Channel*”, jak pokazano na Rys. 17.



Rys. 17. Obszar danych w pamięci masowej – „*Datastore1 on Openfiler Fiber Channel*”

3.5. Wirtualne maszyny w pamięci masowej typu „SAN Fibre Channel” 2.5. pod kontrolą systemu operacyjnego Openfiler ESA

Po utworzeniu obszaru danych „*Datastore*” w pamięci masowej typu „SAN FC” pracującej pod kontrolą systemu operacyjnego Openfiler ESA, w następnym etapie utworzono w nim nowe maszyny wirtualne. W celu ilustracji, na Rys. 18 przedstawiono przykład maszyny wirtualnej pod nazwą „*Linux_OpenSuse11*”, zainstalowaną na serwerze ESXi (192.168.0.71), z wirtualnym dyskiem umiejscowionym w obszarze „*Datastore1 on Openfiler Fiber Channel*”.



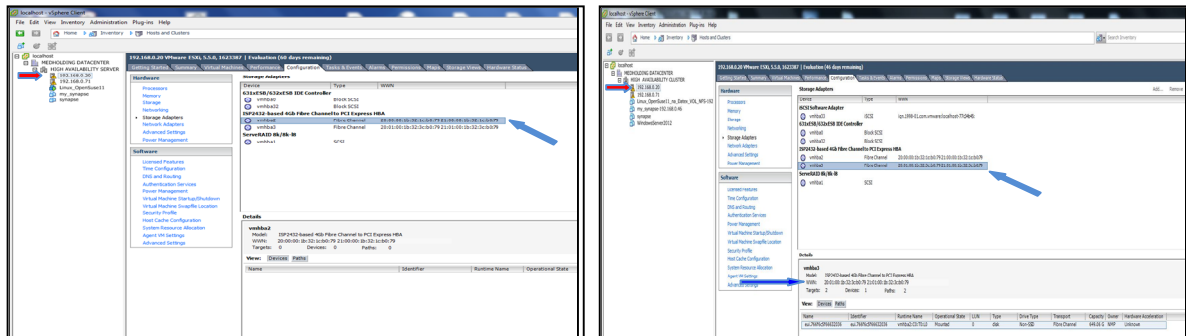
Rys. 18. Przykład uruchomionej maszyny wirtualnej w obszarze danych

3.6. Redundancja kanału FC (Fibre Channel)

W związku z budową klastra Wmware ESXi wysokiej dostępności, utworzono redundantne połączenia FC (od “FC conn. 1” do “FC conn. 6”). Na kolejnych rysunkach przedstawiono wystąpienie awaryjnych sytuacji, ilustrujących zachowanie klastra w przypadku uszkodzenia któregoś z połączeń redundantnych.

1. Przerwa w połączeniu “FC Conn. 3”

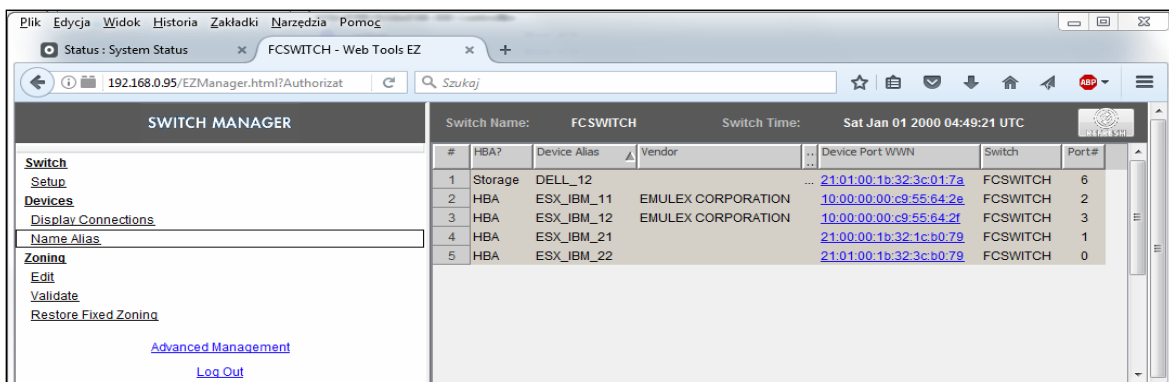
W konsekwencji przerwy w połączeniu “FC Conn. 3” dla serwera ESXi (192.168.0.20) i adaptera pamięci masowej “ISP2432–based 4GB Fibre Channel to PCI Express HBA”, urządzenie kanału światłowodowego “vmhba2” nie pracuje. Jak pokazano na Rys. 19, urządzenie “vmhba2” nie wskazuje już na żadną pamięć masową FC, jednak urządzenie “vmhba3” ciągle wskazuje na tę samą pamięć masową pod nazwą “eui.766f6c5f66632036” o całkowitej pojemności 649.06 GB. W rezultacie, każda wirtualna maszyna zainstalowana na tym serwerze ciągle jest połączona z pamięcią masową FC.



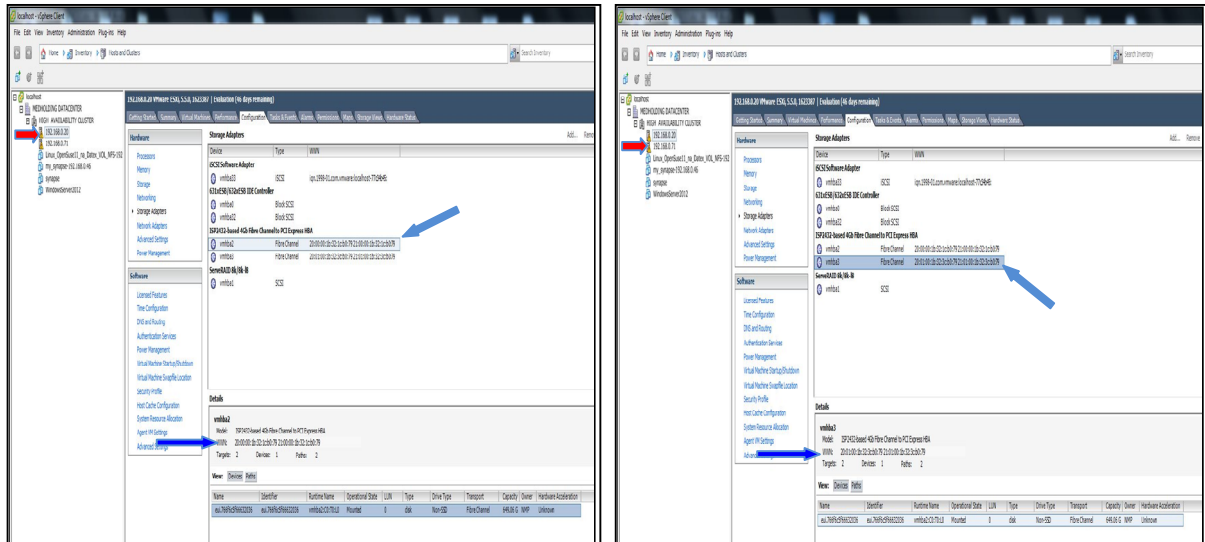
Rys. 19. Połączenie maszyn wirtualnych z serwera do pamięci masowej pod nazwą “eui.766f6c5f66632036” poprzez urządzenie “vmhba3”

2. Przerwa w połączeniu “FC Conn. 5”

Jeśli połączenie “FC Conn. 5” uległo uszkodzeniu, wówczas w konsekwencji urządzenie o aliasie ‘DELL_11’ nie pracuje. Jak pokazano na Rys. 20, nie ma go na liście urządzeń.

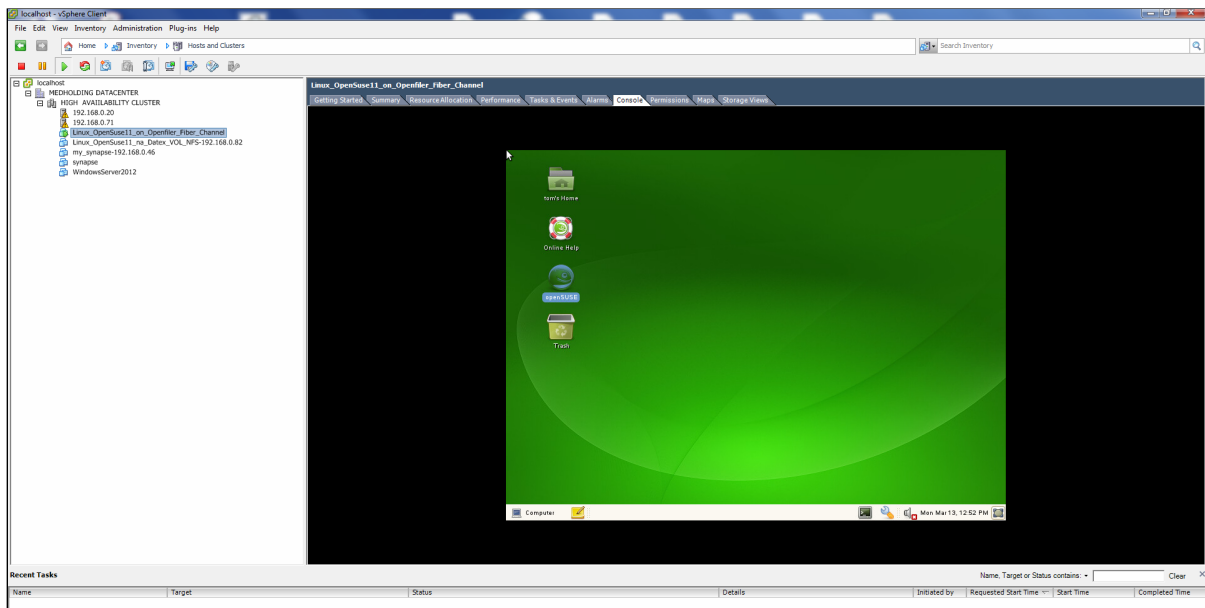


Rys. 20. Urządzenie o 'DELL_11' nie pracuje; nie ma go na liście dostępnych urządzeń. Dzięki pełnej redundancji kanału światłowodowego, wszystkie serwery ESXi w klastrze, jako całość, nadal działają, jak to pokazano na Rys. 21. Dla serwera ESXi 192.168.0.20, urządzenia kanału światłowodowego "vmhba2" oraz "vmhba3" są w stanie ciągłej pracy.



Rys. 21. Działające urządzenia "vmhba2" oraz "vmhba3" kanału FC

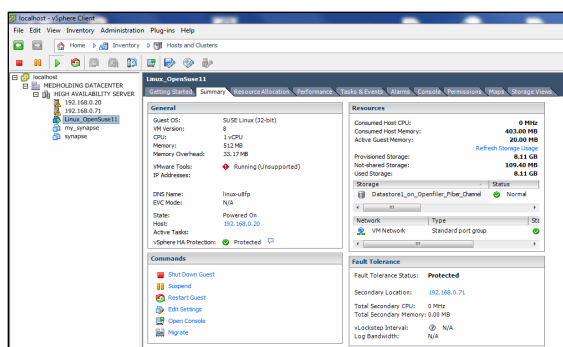
Jak pokazano na powyższych rysunkach, każdy urządzenie kanału światłowodowego ciągle wskazuje na tę samą pamięć masową FC pod nazwą "eui.766f6c5f66632036" o pojemności 649.06 GB. W konsekwencji, każda wirtualna maszyna w klastrze nadal pracuje, jak pokazano na Rys. 22.



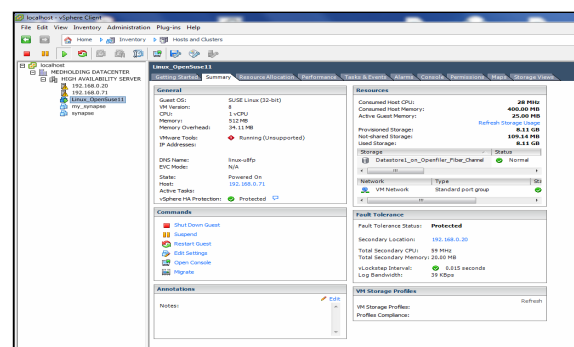
Rys. 22. Widok jednej z działających maszyn wirtualnych w klastrze

4. Funkcjonalność „Fault Tolerance” w klastrze ESXi wysokiej dostępności

Zanim funkcjonalność „*Fault Tolerance*” może być wykorzystana, należy włączyć funkcjonalność „*Turn on Fault Tolerance*”. Tę operację wykonano na przykładowej uruchomionej wirtualnej maszynie o nazwie „*Linux_openSuse11*” działającej na serwerze ESXi (IP=192.168.0.20). Po wykonaniu tej operacji status tej maszyny został zmieniony i maszyna jest w stanie „*Protected*”. Równocześnie klastr utworzył dla niej kopię w wtórnej lokalizacji „*Secondary Location*” na serwerze ESXi (IP=192.168.0.71), co pokazano na Rys. 23. Jeśli teraz serwer ESXi lub też uruchomiona na nim przykładowa maszyna wirtualna „*Linux_openSuse11*” nagle ulegnie awarii, wówczas włączona funkcjonalność „*Fault Tolerance*” zapewnia, że jej kopia zlokalizowana w wtórnej lokalizacji „*Secondary Location*” na serwerze ESXi (IP=192.168.0.71) przechodzi, w ułamku sekundy, w stan aktywności (*on line*). Jak pokazano na Rys. 24. teraz ta wirtualna maszyna pracuje w trybie „*Protected*” na serwerze 192.168.0.71 wraz z swoją kopią w wtórnej lokalizacji umiejscowionej na serwerze 192.168.0.20. Należy zauważyć, że wirtualny dysk twardy z tej wirtualnej maszyny pozostał niezmienny i rezyduje w pamięci masowej FC pod nazwą „*Datastore1_on_Openfiler_Fiber_Channel*”



Rys. 23. Włączenie funkcjonalności „Turn on Fault Tolerance”-zmiana statusu maszyny na stan „Protected”



Rys. 24. Zmiana trybu pracy na serwerze IP=192.168.0.71 ze stanu „unprotected” na „Protected”