Zygmunt BOK Szpital Specjalistyczny im Prof. E. Michałowskiego, MEDHOLDING S.A.

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

Streszczenie. W niniejszej pracy opisano sposób w jaki można zbudować pamięć masową typu "Fiber Channel SAN Storage", pracującą pod kontrolą sytemu operacyjnego Linux Openfiler ESA i współpracującą z klastrem wysokiej dostępności VMWARE ESXi. Przygotowaną, według sposobu opisanego w artykule, laboratoryjną infrastrukturę klastrową wykorzystano do przetestowania możliwości uruchomienia w pamięci masowej, pod kątem migracji, fragmentu specjalistycznego szpitalnego Systemu Radiografii Pośredniej "Synapse" f-my FUJIFILM Medical Systems USA, Inc., używanego w Szpitalu Specjalistycznym im. Prof. E. Michałowskiego MEDHOLDING S.A., służącego do gromadzenia oraz prezentacji rentgenogramów (RTG) i tomogramów (TK).

MASS STORAGE UNDER THE LINUX OPENFILER ESA OPERATING SYSTEM CONTROL, MATCHED WITH A CLUSTER OF HIGH AVAILABILITY VMWARE ESXI

Summary. In the present work describes the way in which you can build a mass storage type "Fiber Channel SAN Storage", working under the control of the operating system Linux Openfiler ESA and cooperating with a cluster of high availability VMWARE ESXi. Prepared, according to the form described in the article, a laboratory cluster infrastructure was used to test the possibility of launching in mass storage for migration, tile specialist hospital Indirect Radiography System "Synapse" FUJIFILM Medical Systems USA, Inc., used in Specialized Hospital named Prof. E. Michalowski MEDHOLDING S.A., for the collection and presentation of the rentgenograms (x-ray) and tomographs (TK).

1. Wprowadzenie

W artykule przedstawiono klaster 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. [1], wspierającej wiele różnych i bardzo drogich systemów pamięci masowych typu Storage Area Network (SAN) [2,3] w różnych konfiguracjach.

Produkowane obecnie przez VMware Inc. oprogramowanie VMware ESX Server [4] klasy "*enterprise*" dla organizacji i podmiotów gospodarczych różnej wielkości, służy do tworzenia wirtualnej infrastruktury informatycznej. Opiera się na własnym kernelu [5,6,7] oraz konsoli zarządzającej, którą jest zmodyfikowany system operacyjny Red Hat Linux [7,8], posiadający własne sterowniki i obsługujący specyficzny sprzęt komputerowy.

Red Hat Linux to jedna z najstarszych i w swoim czasie najpopularniejszych dystrybucji Linuksa, tworzona przez firmę Red Hat, która obecnie rozwija się w dwóch gałęziach: niekomercyjny projekt Fedora i komercyjna dystrybucja Red Hat Enterprise Linux.

Ogólnie można powiedzieć, że firma VMware Inc. tworzy i rozwija systemy ESXi wraz z wspieranymi przez nią systemami pamięci masowych innych producentów [9], tj.:

- 1. EMC CLARiiON Storage Systems,
- 2. EMC Symmetrix Storage Systems,
- 3. IBM System Storage DS4800 Storage Systems,
- 4. IBM Systems Storage 8000 and IBM ESS800,
- 5. HP StorageWorks Storage Systems: HP StorageWorks EVA, HP StorageWorks XP,
- 6. Hitachi Data Systems Storage,
- 7. NetApp Storage,

w zakresie ich podstawowej funkcjonalności, odporności na uszkodzenia FT (Fault Tolerance) i awarie Host Bus Adapters (HBA) [10] oraz innych.

Należy zaznaczyć, że nie wszystkie urządzenia magazynowe pamięci masowych ww. systemów są certyfikowane dla wszystkich funkcjonalności i możliwości technologii ESXi, a sprzedawcy tych systemów mogą mieć specyficzną pozycję w zakresie wsparcia odnoszącego się do tej technologii.

W niniejszej pracy opisano sposób, w jaki można zbudować ekonomiczną pamięć masową typu "Fiber Channel SAN Storage" [9,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20], pracującą pod

kontrolą sytemu operacyjnego Linux Openfiler ESA [21,22,23,24,25,26,27], współpracującą z klastrem wysokiej dostępności HA (ang. High Availability) VMWARE ESXi [11,28] 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 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. Ponadto Openfiler obsługuje:

- 1. protokoły sieciowe zawierające: NFS, SMB, HTTP, FTP oraz iSCSI,
- 2. szerokie spectrum sprzętowych kontrolerów RAID, FC (ang. Fibre Channel), technologie dyskowe SAS, SATA oraz SCSI,
- 3. kontrolery sieciowe firm Intel i Broadcom typu Fast, Gigabit oraz 10 Gigabit Ethernet, które mogą być użyte do szerokopasmowego dostępu do danych poprzez sieć IP,
- 4. procesory w architekturze w architekturze x86-64 firm Intel Xeon® oraz AMD Opteron®,
- 5. kontrolery RAID, między innymi, takich producentów jak Adaptec, LSI Logic, HP, IBM oraz Intel,
- 6. kanały światłowodowe FC: PCI-E oraz PCI-X HBA z firm Qlogic ('initiator' i 'target') oraz Emulex (tylko 'initiator').

Celem pracy było przygotowanie, według opisanego sposobu, laboratoryjnej infrastruktury klastrowej, którą wykorzystano do przetestowania możliwości uruchomienia w pamięci masowej typu "Fiber Channel SAN Storage", pod kątem szybkości działania i migracji, fragmentu specjalistycznego szpitalnego Systemu Radiografii Pośredniej "Synapse" klasy '*enterprise*' f-my FUJIFILM Medical Systems USA, Inc., używanego w Szpitalu Specjalistycznym im. Prof. E. Michałowskiego MEDHOLDING S.A., służącego do gro-madzenia oraz prezentacji rentgenogramów (RTG) i tomogramów (TK).

Dokonano również oceny porównawczej szybkości jego działania w sytuacji, kiedy dyski wirtualne tego systemu znajdują się na dyskach zlokalizowanych w pamięci masowej typu "Fiber Channel SAN Storage", na dyskach lokalnych jednego z serwerów klastra ESXi lub na udostępnionych dyskach z systemem plików NFS [29,30,31,32,33] innego serwera linuksowego włączonego do sieci laboratoryjnej.

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 sytemu operacyjnego Linux Openfiler ESA ver. 2.99.1.



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

Fig. 1. Cluster HA VMware ESXi with "Fiber Channel SAN Storage"

2. Instalacja i konfiguracja klastra VMWARE wysokiej dostępności

W związku z potrzebą zbudowania 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 sytemu 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 wirtualna 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.

💋 192.168.0.21 - vSphere Client		X 🗉 🗉	2% Edycja ∭dek Historia Zakładuj	Narzędzia Pomog	THE LOCAL TRACE) 8 - X
File Edit View Inventory Administratio	n Plug-ins Help		Whome vCenter Server Applia X	÷								
🖸 🔯 🛕 Home 🕨 🛃 Inventory	▶ 🗊 Inventory		() 0 🔒 https://192.168.0.22:5480/#	irtualcenter.Summary	C Q, Szoloj			*	0	+	≜ 4	o- ≡
	2 🗟 🖗 🖗		0	and Mhuara u	Contor Sonyer Appliance							
E 192.168.0.21	VMware vCenter Server Appliance				Center Server Appliance		14-14	Help I Looputuser	not			
Wiware VCenter Server Applance	Getting Started Summary Resource Allocation Performance	Events Console Permissions		vcener sener	ewan. system update upg	338	Admin					
	UNware vCenter Server Appliance 5.5.0.	10000 Build 1624811		Summary Databa	se SSO Time Authenticati	on Servi	ces Storage					
	To manage your appliance please browse	to https://192.168.0.22:5480/		Summary					-			
	Welcome to VMuare vCenter Server Appli	ance		vCenter			Storage Usage		Ê.			
	Quickstart Guide: (How to get vCenter :	Server running guicklu)		Server.	Running	Stop	System:	39%	1.			
	1 - Open a browser to: https://192.	168.0.22:5480/		Inventory Service:	Running	Stop	Database:	1%	1.			
	2 - Accept the EULA 3 - Select the desired configuration	n node or unurade		Database:	embedded		Logs:	17%	1.			
	4 - Follow the wizard	a note of apgrade		SSO:	embedded		Coredumps:	1%	1.			
	The configured appliance will be re-	adu to use		Configure Database O	onfigure SSO		Inities					
	In case of upgrade the appliance wi its network address.	11 reboot and may change		System			Support bundle	Download				
	201 thumboulute			Time synchronization:	Disabled		Configuration file	Download				
	vCenter Server: C8:3B:2E:A7:54:E8:B1:9	2:30:10:FC:BC:C4:6A:53:04:03:10:B7:90		Adive Directory:	Disabled		Setup wizard	Launch	1.			
	Lookup service: E9:97:41:31:A8:26:48:5	1:D3:BC:E0:38:78:9B:36:DE:C1:48:28:AC		Congue time Cong	LIFE AUTHENDICATION		Sysprep files	Usicad	1.			
				Services					Ц.,			
	*Login	Use Arrow Keys to navigate		vSphere Web Client	Running	Stop						
	Thezone (current.orc)	and (LHILK) to select your choice.		Log Browser:	Running	Stop						
				ESXi Dump Collector	Running	Stop						
Recent Tasks		Name, Target or Status contains: • Clear ×		<i>ϵ</i>	E.				1			
Name	Target	 Status 										
· ·	III.	,							- 10			

Rys. 2. Uruchomiona maszyna wirtualna "VMware vCenter Server Appliance" Fig. 2. Running a virtual machine "VMware vCenter Server Appliance" Rys. 3. Konsola maszyny wirtualnej "VMware vCenter Server Appliance" Fig. 3. Virtual machine console "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 wzmocnionej 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 (o adresach 192.168.0.20,

192.168.0.71).



Rys.4. Nowe hosty i maszyny wirtualne w klastrze Fig. 4. New hosts and virtual machines in a cluster

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 Tole-*

rance". W tym celu dla pierwszego hosta ESXi (192.168.0.71) ustalono wewnętrzny adres IP 50.50.50.1 (maska 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"

Fig. 5. Setting up the IP address for Internal network "VMotion and Fault Tolerance"



Rys. 6. Ustawienie opcji dla "*vMotion*" oraz "*Fault tolerance logging*" Fig. 6. Setting up the "vMotion" and "Fault tolerance logging" options

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 [2,15] (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 [34] (IP: 192.168.0.95), zdefiniowano i utworzono aliasy i strefy [35,36,37,38,39] dla hostów za pomocą poniższych poleceń:

1. dla aliasów:

 Pamięci masowej – serwerz 	ze DELL, pod k	controlą 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: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):

		• zone11	# zonecreate zone11, "ESX_IBM_11; DELL_11"
	F -	• zone12	# zonecreate zone12, "ESX_IBM_11; DELL_12"
	zone11 zone21	• zone13	# zonecreate zone13, "ESX IBM 12; DELL 11"
ZONES =	zone12 zone22	• zone14	# zonecreate zone14, "ESX IBM 12; DELL 12"
	zone13 zone23	• zone21	# zonecreate zone21, "ESX IBM 21;
	zone14 zone24	DELL 11"	
		• $zone2\overline{2}$	<i># zonecreate zone22, "ESX IBM 21;</i>
		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 Fig. 7. Switch Manager 200E (192.168.0.95) - Defined aliases

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 [2,15] 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. 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*

Plik Edycja Widok Historia Zakładki Narzędzia Pomo FCSWITCH - Web Tools EZ × +	201	
(i) iii 192.168.0.95/EZManager.html?Authorization=	=Custom_Basic+ 🕑 🔍 Szukaj 🏠 🖨 🖉 🗣 🎓 🛷 🤷	- ≡
SWITCH MANAGER	Switch Name: FCSWITCH Switch Time: Sat Jan 01 2000 03:13:59 UTC	
Switch	# HBA? Device Alias 🔬 Vendor Device Port WWN Switch P	Port#
Setup	1 Storage DELL_11 21:00:00:1b:32:1c:01:7a FCSWITCH	7
Devices	2 Storage DELL_12 21:01:00:1b:32:3c:01:7a FCSWITCH	6
Display Connections	3 HBA ESX_IBM_11 EMULEX CORP 10:00:00:00:09:55:64:2e FCSWITCH	2
Name Alias	4 HBA ESX_IBM_12 EMULEX CORP <u>10:00:00:00:c9:55:64:21</u> FCSWITCH	3 😑
Zoning	5 HBA ESX_IBM_21 21:00:00:1b:32:1c:b0:79 FCSWITCH	1 –
Edit	6 HBA ESX_IBM_22 21:01:00:1b:32:3c:b0:79 FCSWITCH	0
Validate		

Rys. 8. Menadżer przełącznika FC (192.168.0.95) - adresy WWN hostów ESXi Fig. 8. FC Switch Manager (192.168.0.95) - WWN addresses ESXi hosts

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 - 21:00:00:10:02:10:00:79 # scstadmin -add_init 21:00:00:1b:32:3c: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, dostępnego, jak pokazano na Rys.1, pod adresem https://192.168.0.67:446 z sieci laboratoryjnej. W dalszej części tego rozdziału wykorzystywano następujące pojęcia:

- 1. Fizyczny Wolumen przyporządkowanie przestrzeni dyskowej na fizycznym dysku dla wykorzystania w Grupie Wolumenowej,
- 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.
- 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*".

Pik Idycja Widok Historia Zakładki Narzędzia Pomoc System : Network Setup X \ +	A REAL PROPERTY OF THE OWNER	the last of the last of the second second					1 23
(♠) ⊕ ♠ https://192.168.0.67+46/admin/system.html		C Q Szukaj	\$ B \$	2 -U	ñ 0	a 👳	~ =
openfiler		10:52:33 up 21 min, 0 users, load average: 0.02, 0.02, 0.03		Log Out S	tatus Optat	in Aburbalassa	-
▲ Status: (① opport: P Volume: C Caluter P Queta P Blazes. ● Repeter P Notes.	work Configuration			Syste Solution Sho Sho Sho Sho Sho Sho Sho Sho Sho Sho	m section twork Setup S Manager utdown/R tification Stem Upda ckup/Rest cure Cons	ID ment aboot ste core ole	
Gateway	DHCP Controlled Update Cancel			Suppo Re Ge	ort recours port bug t support	:05	
Network	Interface Configuration			III Ad	rums min fiuide		

Rys. 9. Konfiguracja dostępu sieciowego Fig. 9. Network Access Configuration 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, wybrając opcję '*Block Devices*' z zakładki '*Volumes*' menu głównego, co pokazano na Rys. 10.

Plik Edycja Widok Historia Zakładki Narzędzia Pomoc					_	_	and some the	Section of and a burner of	-			e	- 0	×
Volumes : Block Devices × +														
(Intps://192.168.0.67:446/admin/volumes_physical.html							⊽ C	Q, Szukaj	☆自	÷	<u>۾</u>	• ∢	۰.	Ξ
openfiler								11:01:07 up 30 min, 0 users, load average: 0.00, 0.00,	0.00	Log Ou	ut Status	Update	Shutda	wn
🕿 Status 🗐 System 😝 Volumes 👔 Cluster 🗳 Quota 💭 Shares 🥰 S	Services	🤌 Accou	unts											
										Ve	olumes	section		
		Block	k Device	Manage	ement						Manag	e Volur	nes	
5	dit Dick T	Duna Dar	cription	Size	Label trine	Partitions					Block I	Devices		
	dir bisk T	or oru		100 10 00	cubertype	2 (size)					Add Vo	lume		
10	activities of the second se		L PERC 6/I	100.12 GD	msoos	3 (view)				6	Softwa	re RAII	0	
	2011000	Jesi Ditt	L PERC OF	000.02 00	gbr.	0 (MEM)								_
										St	upport r	esource	85	
											Report	bug		
										13	Get su	pport		
											Admin	s Guide		
														_
			© 2 Home - Doc	2001 - 2011 g	Openfiler, All ri Support · Web	ghts reserved <u>site</u> · <u>License</u>	l. • Log Out							
			© 2 Home - Dool	2001 - 2011 <u>(</u> umentation -	<u>Openfiler</u> , All ri <u>Support</u> · <u>Web</u>	ghts reserved <u>site</u> • <u>License</u>	l. • <u>Loa Out</u>							

Rys. 10. Zarządzanie urządzeniami blokowymi Fig. 10. Blok Device Management

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.

Pik Edycja Wodok Hintona Zakładki Narzędnia Pornos	- 0 🛋
O Volumes : Block Devices : E × +	
💽 🕐 🚯 https://52186.267446/sdmin/volume_editpertitions.htmlHers:%27der%2/Fidb	☆ 白 ♡ ♣ 合 ⊝ ∢ 💁 - :
openfiler 11:09:59 up 39 min, 0 users, load averag	age: 0.00, 0.00, 0.00 Log Out Status Update Shotdowe
Status (System Vullence & Caster V Quela States & Bereices & Accounts Edit partitions in /dev/sdb (88849 cylinders with "gpt" label) Device Type Number Start cyl End cyl Blocks Size Type Delete	Volumes section Henge Volume Groups Henge Volume Groups Hinck Devices SIGST Targets SIGST Targets Support
Titors) Rek to the list of shvices devices Create a partition in /dev/sdb	Admin Guide
You can use ranges within the following extents:	

Rys. 11. Tworzenie woluminu fizycznego Fig. 11. Creating a physical volume 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 właściwego wolumenu fizycznego '/dev/sdb1' w którym będzie definiowana, ostatecznie utworzono grupę o nazwie "**my_vg**", co pokazano na Rys. 12.

Bik Edycja Widok Historia Zakłaści (Berętsia Pomor) O Volumes: Volume Grups x +		D X
🚱 🛈 🔒 https://192188.867.446/sdmin/volumes_rgmanage.html 🛛 🖒 😭	♥ ↓ ♠ ♥ ∢ ♥)- ≡
Openfiler 11:19:29 up 48 min, 0 users, load average: 0.75, 0.19, 0.06	Log Out Status Update Shul	tdown
Status System Values Cluster Upuda Shares Services Accounts Volume Group Name Size Allocated Free Members Add physical storage Delete VG my_ug 649.06 G8 0 bytes 649.06 G8 User member 20 All P/s are used VG contains volumes	Volumes section Manage Volumes Volume Groups Volume Groups Volume Groups Volume Groups ScST Targets ScST Targets ScST Targets	
Create a new volume group More existing physical volumes were found, or all existing physical volumes are used. You can create new physical volumes are used. You can create new physical volumes.	Support resources Report bug Cet support Forums Admin Guide	



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.

28k Edycja Widek Historia Zakładki Narzędzia Pomog		The second secon	Statement Street and	
O & https://192.168.0.67:446/admin/volumes_create.html?vgname=my_vg		∀ C' Q. Szukaj	☆ 白 ♡	• • • • • •
	Please select a volume group to create a volume in.			Block Devices Add Volume ISCSI Targets Software RAID
	Block storage statistics for volume group "my v	a"		Support resources
	Total Space Used Space Free Space 680591360 bytes (664640 MB) 0 bytes (0 MB) 680591360 bytes (664640	MB)		 Report bug Get support Forums Admin Guide
	Titors)			
	Create a volume in "my_vg"			
	Volume Name (*no spaces*. Valid characters [a-z,A-Z,0-9]): vol_fc			
	Volume Description: volume for PC	channel		
	32			

Rys. 13. Tworzenie wolumenu w grupie wolumenowej Fig. 13. Create volume in Volume Group 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 systemu Openfiler ESA, co pokazano na Rys. 14.

VITCH - Web Tool	EZ ×	Services Sectio							
C 🧆 https://192	.168.0.67:446/adm		Q. Szukaj	\$\$ 6	-			~20	
oer 11.29									
Status E		Nolumes	Sa Cluster 🧉		Shares		Servic		
> Accounts									
						arvica	s soctio	n	
	Ma	nage Servi	ces		-	P-Balance a		vices	
	Boot	Moduby	Current	Start (Com.	LDA	Setup		
Sarolea	Status	Boot	Status	Stop		Rayn	c Setu	•	
CIFS Server	Disabled	Enable	Stopped	Start		1505	I Targe		
NFE Server	Disabled	Ecoadaba.	Stopped	attact.	_		ACCORDING TO A		
RSyne Server	Disabled	Enable	Stopped	Start					
HTTP/Day Server	Disabled	Ecable	Running	2000	~		The second		
LDAP Container	Disabled	Enable	Stopped	Start	-	s cant -	support		
FTP Server	Disabled	Enable	Stopped	Start					
Incell Target	Disabled	Ecalde	Stopped	attact.					
UPE Manager	Disabled	Hickord Science	20 to ppend	20 Sec. Ch					
UPS Monitor	Disabled	Enable	Stopped	Start					
SCSI Initiator	Disabled	Enable	Stopped	Stort					
ACPI Daeman	Ecolution	Disable	Running	25 Automatic					
sterit toroct	in manhairead		Punning	Land along well					
rt taraat	(Conclusion)	Local Division Local State	Running	Section and					
Cluster Manager	Disabled	Enable	Stopped	Start					

Rys. 14. Strona administracyjna systemu Openfiler ESA – menadżer usług Fig. 14. Administrative system Openfiler ESA - Service Manager

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 zastępiono 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, wskazujace 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 komend 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 Fig. 15. Created two device type FC for the ESXi Server 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*".





Fig. 16. Created two device type FC for the ESXi Server 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 kreatora 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.

💯 localhost - vSphere Client			_ 0 _ ×_
File Edit View Inventory Administration Plug-ins Help			
C Home b all Inventory b Pill Hosts and Clusters		10 - Search Inventory	0
			-
<u>67</u> et 35			
🗉 🙆 locathost	192.168.0.71 VMware ESXi, 5.5.0, 16233	87 Evaluation (54 days remaining)	
MEDHOLDING DATACENTER	Getting Started Summary Virtual Machin	ner. Performance. Configuration. Tasks & Events. Alarma. Permissions. Maps. Storage Views. Hardware Status.	
192.168.0.20	1 Marshaven		
192.168.0.71		view: Datastores Devices	
my synanse:192.168.0.46	Processors	Datastores Refress Desite Add storage.	. Rescan Al
Synapse	- Storage	Identification / Satur Device Drive Type Capacity Free Type Label Didate	Alarm Actions
WindowsServer2012	Networking	description of the second	Enabled
	Storage Adapters	datastored_Storage3_NFS_Datex_LV7 (unmounted) (inactive) (unmounted)	Enabled
	Network Adapters	datastore71 O Normal Local ServeRA Di Non-SSD 830.25 GB 531.04 GB VMF55 2017-03-13 09:56:36	Enabled
	Advanced Settings		
	Power Management		
	Software		
	Licensed Features		
	I me configuration		
	DNS and Routing		
	Authentication Services		
	Power Management		
	virtual Machine Startup/shutdown		
	Security Profile	(1) 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10	
	Host Cache Configuration		
	System Resource Allocation	Datatore Detain	Properties
	Agent VM Settings	Datastore1_on_Openfiler_fiber_Channel 649.00 GD Capacity	
	Advanced Settings	Mardware Acceleration: Unknown 975.00 MB 🔳 Used	
		Refresh Storage Capabilities 648.05 GB Pree	
		System Storage Capability: N/A	
		User-defined Storage Capability: N/A	
		Path Selection Description Extends Channel V/0 Control	
		Fixed (Mware) Volume Label: Datastore1_, eu/C66c5f66632036:1 649.06 GB Disabled	
		Datastore Name: Datastore1 Total Pormatted Capacity 649.00 GB	
		Paths Formatting	
		Brokeri 0 Pied System: VMPS 5.60	
		Disabled: 0 unoversity a mo	

Rys. 17. Obszar danych w pamięci masowej – "Datastorel on Openfiler Fiber Channel"

Fig. 17. An area of data in mass storage - "Datastorel on Openfiler Fiber Channel"

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

Kiedy ostatecznie utworzono obszar danych "*Datastore*" w pamięci masowej typu "SAN FC" w systemie Openfiler ESA, wówczas utworzono w nim nowe maszyny wirtualne. W celu ilustracji, na Rys. 18,19 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 maszyny wirtualnej, z wirtualnym dyskiem w obszarze danych "Datastore1_on_Openfiler_Fiber_Channel" Fig. 18. An example of a virtual machine, with the virtual disk in the data area "Datastore1_on_Openfiler_Fiber_Channel" Rys. 19. Przykład uruchomionej maszyny wirtualnej w obszarze danych "Datastore1_on_Openfiler_Fiber_Channel" Fig. 19. An example of a running virtual machine in a data region "Datastore1_on_Openfiler_Fiber_Channel"

3.6. Redundancja kanału FC (Fibre Channel)

Jak pokazano wcześniej na Rys. 1., 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. 20, 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.

Ø localhoot - vSphere Client			Scalut - Sphere Clevit			
File Edit View Inventory Administratio	n Plug-ins Help		File Edit Vew Inventory Administration Plug-ins He	ip		
The second secon	Opt Hooks and Charlens		E E O Here & B Streetery & M redue	nd Outlets		Will Send Inventory
67 er 187						
Ft 💋 localhost	107 168 0 10 Mileson 1570 5 5 0 16177	#7.1 Evaluation (68 door remaining)	9 C 8			
B MEDHOLDING DATACENTER	Getting Started, Summary, Virtual Machine	Hard Charlesson, Conferences, Tasks & Events, Glarms, Termissions, "Hard, "Dorace View, Terdware State,	B 🙆 builton	292.358.0.20 Wheney ESG, 5.5.8, 362	23387 Exclusion (46 days remaining)	
192.168.0.20	Hardware	Storage Adapters	EL IN HER AVAILABLITY OUSTER	Setting Started, Summary, Michael Har	ation, Performante, Configuration, Status & Events, Marrie, Permissione, Maple, Strangertieve, Mandeare Status,	
192.168.0.71 Linux_Open5use11	Processors	Denice Type www	112 100.0 20	Fardware	Storage Maplers	Add Remove
Synapse	Memory	C vistado Bioticia de Contrativo	Unix OperSuse11 vs. Detex VOL MS-192	Parment	Device Type WWN	
	Storage	Ca vehica32 Block SCSI	my_synapse-192.168.0.46	Renary	BCSI Sultware Adapter	
	 Storage Adapters 	ISP2432-based 4Gb Fibre Channel to PCI Express HDA	S synapse	Starage	Vinteacio internationali in 1966 - 1 con vinware localitesti 77 della:	
	Network Adapters	Q vehica3 Fibre Channel 20/01/00/10/22/00/07/221/01/00 1b/322/00/07/	D another the	Networking	A united Book 97	
	Advanced Settings Payer Management	Conversion and All All All		- Storage Adapters	0 vmtext2 8xxx 553	
		5 10000 SCS1		Network Adapters	29P2432-based 4Gb Fibre Channelto PCI Express HBA	
	Software			from Desember	VeRGa2 Fibre Channel 20:00:00 13:32:00:00 13:32:00:00 13:32:00:00	
	Tree Configuration				Scoreal D IB IB IB	
	DNS and Routing			Software	Q vittad SSE	
	Authoritication Genuines			Universid Restures		
	Victorial Machine Startun Shutdown			Time Configuration		
	Virtual Machine Swapfile Location			ONG and Revelop		
	Security Profile	Details		Pour Neasenert		
	System Resource Allocation	Selfmy		What Notive StartspStudeen		
	Agent the Catterin	Model: 1023433 Aassel 40. Phys. Phys. Rev. B 101 Phys. B4		Voted Medice DrapHe Louiston		
	Advanced Settings	Targets 0 Devices 0 Paths 0		Security Profile	Detab.	
		Verse Devices Paths		Heat Cache Configuration		
		Name Stertfrer Runtime Name Operational State		April 10 Sellins	Node: 1920Closed 4D-Ner Channel to PCI Express HBA	
				Mandroney	www. 2002/08/2012/2020/2012/2020/2012/2020/2012/2020/20	

Rys. 20. Połączenie maszyn wirtualnych z serwera do pamięci masowej pod nazwą *"eui.766f6c5f66632036"* poprzez urządzenie *"vmhba3"*

Fig. 20. Connection of the virtual machines from the server to the storage under the name "*eui*. 766f6c5f66632036" by "*vmhba3*" device

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. 21, nie ma go na liście urządzeń.

Plik Edycja Widok Historia Zakładki Narzędzia Pomo <u>c</u> 🗆 💷 🔀							
O Status : System Status × FCSWITCH - Web Tools EZ × +							
🕥 🛈 🗰 192.168.0.95/EZManager.html?Authorizat 🛛 C 🖉	, Szukaj			☆ 自 ♥ 1	F ♠ √	ABP -	Ξ
SWITCH MANAGER Switch Name: FCSWITCH Switch Time: Sat Jan 01 2000 04:49:21 UTC							
Switch	# HBA?	Device Alias	Vendor	Device Port WWN	Switch	Port#	*
Setup	1 Storage	DELL_12		<u>21:01:00:1b:32:3c:01:7a</u>	FCSWITCH	6	
Devices	2 HBA	ESX_IBM_11	EMULEX CORPORATION	10:00:00:00:c9:55:64:2e	FCSWITCH	2	
Display Connections	3 HBA	ESX_IBM_12	EMULEX CORPORATION	10:00:00:00:c9:55:64:2f	FCSWITCH	3	Ξ
Name Alias	4 HBA	ESX_IBM_21		21:00:00:1b:32:1c:b0:79	FCSWITCH	1	_
Zoning	5 HBA	ESX_IBM_22		21:01:00:1b:32:3c:b0:79	FCSWITCH	0	=
Edit							
Validate							
Restore Fixed Zoning							
Advanced Management							
Log Out							· _
User Name:root User Role:root@192.168.0.95 🔻							

Rys. 21. Urządzenie o '*DELL_11*' nie pracuje; nie ma go na liście dostępnych urządzeń Fig. 21. The device of '*DELL_11*' does not work; It is not in the list of available devices

Dzięki pełnej redundancji kanału światłowodowego, wszystkie serwery ESXi w klastrze, jako całość, nadal działają, jak to pokazano na Rys. 22. Dla serwera ESXi 192.168.0.20, urządzenia kanału światłowodowego "*vmhba2*" oraz "*vmhba3*" są w stanie ciągłej pracy.

🖉 localhost - vSphere Client				g kaltet - lipte Det			
The Lift View Inventory Administration Playrice Help				File Edit View Investory Administration Plug-ins Help			
🖸 🚺 heter) 🖞 heter) 🖞 heter i 🖞 heter i 🖏 Sardheter			🛃 • Search Inventary	🔁 🖸 💁 here) 🗿 here) 🗿 here i 🗿 here i 🗐 here and here i			
ब क सं				3 e si			
	Realize procession of the second seco	Di Dalandi Series, Maria Salaman,	LL D State (or Visionalistics State (or Visionalistics 6.851 W Januar	Status Status Status Status Status Status Status Status Status Status Status Status Status Status Status Status Status Status Status			

Rys. 22. Działające urządzenia "*vmhba2*" oraz "*vmhba3*" kanału FC Fig. 22. Operating the device "*vmhba2*" and "*vmhba3*" channel 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. 23.



Rys. 23. Widok jednej z działających maszyn wirtualnych w klastrze Fig. 23. View one of the running virtual machines in a cluster

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 klaster utworzył dla niej kopię w wtórnej lokalizacji "*Secondary Location*" na serwerze ESXi (IP=192.168.0.71), co pokazano na Rys. 24.

Jeśli teraz serwer ESXi lub też uruchomiona na nim przykładowa maszyna wirtualna *"Linux_openSuse11"* nagle ulegnie awarii, wówczas włączona funkcjonalność "*Fault Tole-* *rance*" 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. 25. 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 virtualny dysk twardy z tej wirtualnej maszyny pozostał niezmieniony i rezyduje w pamięci masowej FC pod nazwą "*Datastore1 on Openfiler Fiber Channel*"



Rys. 24. Włączenie funkcjonalności "Turn on Fault Tolerance"-zmiana statusu maszyny na stan "Protected" Fig. 24. Enabling the functionality of "Turn on Fault Tolerance"-change the status of the machine on the "Protected"



Rys. 25. Zmiana trybu pracy na serwerze IP=192.168.0.71 ze stanu "unprotected" na "Protected" Fig. 25. Change the operating mode for the server IP = 192.168.0.71 with "unprotected" to "Protected

5. System Radiografii Pośredniej "Synapse"

System Radiografii Pośredniej "Synapse" f-my FUJIFILM Medical Systems USA, Inc., używany w Szpitalu Specjalistycznym im. Prof. E. Michałowskiego MEDHOLDING S.A., służący do gromadzenia oraz prezentacji rentgenogramów (RTG) i tomogramów (TK), eksploatowany jest na serwerze ESXi z dyskami wirtualnymi zlokalizowanymi w jego zasobach. Posiada wewnętrzną strukturą przedstawioną na Rys. 26. Zdefiniowano na nim dwa obszary danych "*datastore1*" oraz "*jedentera*", w których utworzono jego dyski wirtualne.

root		
vmfs		
volumes		
datastore1		
synapse		
	synapse.vmdk	Hard Disk1 – typu: 'Thick Provision Lazy Zeroed'
	synapse-flat.vmdk	w obszarze: [datastore1] synapse/synapse.vmdk
	1 11	
	synapse_1.vmdk	Hard Disk2 – typu 'Thick Provision Eager Zeroed'
	synapse_1-flat.vmdk	w obszarze: [datastore1] synapse/synapse_1.vmdk
	synapse_2.vmdk	Hard Disk3 – typu 'Thick Provision Eager Zeroed'
	synapse_2-flat.vmdk	w obszarze: [datastore1] synapse/synapse_2.vmdk
jedentera		
synapse		

Rys. 26. System "Synapse" struktura wewnętrzna zasobów Fig. 26. "Synapse" internal structure of resources

5.1. Instalacja System Radiografii Pośredniej "Synapse" w pamięci masowej

Instalację systemu "Synapse" w pamięci masowej współpracującej klastrem ESXi w sieci laboratoryjnej, przeprowadzono za pomocą metody kopiowania dysków wirtualnych. W ten sposób przeniesiono dyski wirtualne ze środowiska produkcyjnego do środowiska laboratoryjnego w dwóch krokach:

Krok 1. Przekopiowano, za pomocą polecenia **scp** wbudowanego w system ESXi, odpowiednie pliki (*.vmdk) z maszyny wirtualnej ESXi hosta produkcyjnego do pamięci masowej klastra laboratoryjnego.

Krok 2. Na laboratoryjnym hoście ESXi utworzono nową maszynę virtualną (bez dysku) do której, jako dyski twardy podłączono skopiowane pliki (*.vmdk).

W efekcie, w środowisku laboratoryjnym odtworzono pracującą kopię systemu Systemu Radiografii Pośredniej "Synapse", co pokazano na Rys. 27, wykazując i potwierdzając w ten sposób przydatność opisywanego magazynu pamięci masowej typu "Fiber Channel SAN Storage", pracujący pod kontrolą sytemu operacyjnego Linux Openfiler ESA.



Rys. 27. System "Synapse" w pamięci typu "*Fiber Channel SAN Storage*" – obraz testowy Fig. 27. System "Synapse" on mass "Fiber Channel SAN Storage – image test

5.2. Ocena porównawcza Systemu Radiografii Pośredniej "Synapse"

Ocenę porównawczą szybkości działania Systemu Radiografii Pośredniej "Synapse" dokonano za pomocą programu typu "*Benchmark*" o nazwie "*HD Tune Pro*" f-my EFD Software, służącego do testowania dysków IDE i SCSI poprzez pomiar operacji odczytu dysków.

Wykonano ją dla trzech przypadków, tzn., kiedy dyski wirtualne systemu "Synapse", zawierające jego dyski systemowe (w tym dysk z Windows 2008 Server R2) znajdują się w obszarze danych ('*Datastore*') założone:

- 1. na dyskach lokalnych jednego z serwerów ESXi klastra HA,
- 2. w pamięci masowej typu "Fiber Channel SAN Storage" działającej pod kontrolą Openfiler ESA,
- 3. w systemie plików NFS innego serwera linuksowego włączonego do sieci laboratoryjnej.

Na poniższych rysunkach, Rys. 28,29,30, pokazano wyniki działania tego programu. Jak widać z załączonych rysunków, największa średnia prędkość odczytu dysku systemowego z systemem operacyjnym Windows Server 2008R2 z systemu Radiografii Pośredniej "Synapse"wynosi:

- 1. 144,8 MB/s alokowanego w zasobach dyskowych jednego z serwerów ESXi klastra HA,
- 2. 100,4 MB/s alokowanego w pamięci masowej działającej pod kontrolą Openfiler ESA,
- 3. 44,8 MB/s alokowanego systemie plików NFS innego serwera w sieci IP.



Rys. 28. Pomiar czasu odczytu danych z dysku wirtualnego z maszyny "Synapse" umiejscowiony na dyskach jednego z serwerów klastra ESXi. Przeciętny czas odczytu: 144,8 MB/s

Fig. 28. The measurement of time to read data from the virtual disk from the machine "Synapse" located on one server ESXi cluster disks. The average time to read: 144.8 MB/s



- Rys. 29. Pomiar czasu odczytu danych z dysku wirtualnego z maszyny "Synapse" umiejscowiony w pamięci masowej typu "Fiber Channel SAN Storage". Przeciętny czas odczytu: 100,4 MB/s
- Fig. 29. The measurement of time to read data from the virtual disk from the machine "Synapse" in storage "Fiber Channel SAN Storage". The average time to read: 100.4 MB/s



Rys. 30. Pomiar czasu odczytu danych z dysku wirtualnego z maszyny "Synapse" umiejscowiony w systemie NFS innego serwera. Przeciętny czas odczytu: 44,8 MB/s Fig. 30. The measurement of time to read data from the virtual disk from the machine "Synapse" located in the another NFS server. The average time to read: 44,8 MB/s

6. Podsumowanie i Wnioski

W niniejszej pracy wykazano poprawność konfiguracji klastra VMWARE ESXi oraz pamięci masowej typu "Fiber Channel SAN Storage" działającej pod kontrolą na Openfiler ESA. Potwierdzono prawidłowość działania systemu pełnej redundancji i odporności na uszkodzenia FT i HA. Możliwa jest migracja zastanego systemu "Synapse" do struktury klastrowej z dyskami wirtualnymi alokowanymi w pamięci masowej typu "Fiber Channel SAN Storage" działającej pod kontrolą na Openfiler ESA.

<u>Wnioski</u>

- Gdy System Radiografii Pośredniej "Synapse" działa na dyskach lokalnych jednego z serwerów ESXi klastra włączonego do sieci laboratoryjnej (1GB), to czas wyszukiwania i wyświetlania rentgenogramów dla konkretnych pacjentów jest najkrótszy; warunki bardzo dobre do normalnej praktyki lekarskiej.
- W przypadku system "Synapse" działa w pamięci masowej typu "Fiber Channel SAN Storage" działającej pod kontrolą na Openfiler ESA, wówczas szybkość uzyskiwania poszczególnych rentgenogramów jest średnia; warunki dobre do normalnej praktyki lekarskiej.
- 3. W sytuacji, kiedy system "Synapse" działa w systemie plików NFS innego serwera linuksowego włączonego do sieci laboratoryjnej, to szybkość uzyskiwania poszczególnych rentgenogramów jest najdłuższy; warunki akceptowalne do normalnej praktyki lekarskiej.

Zwiększenie wydajności NFS można poprawić poprzez zwiększenie przepustowości sieci i parametrów macierzy dyskowej na której jest on zainstalowany [40].

 Zwiększenie szybkości Systemu Radiografii Pośredniej "Synapse" działającego w pamięci masowej typu "Fiber Channel SAN Storage" pod kontrolą na Openfiler ESA można osiągnąć poprzez zastosowanie szybszego przełącznika w sieci SAN, np. Bracode 300 (8 Gbps) [41], Bracode G620 (32-Gbps) [42] lub Brocade Gen 6 platform (32-Gbps) [43].

LITERATURA

- 1. VMware, <u>https://pl.wikipedia.org/wiki/VMware</u>.
- 2. Bożyk K.: Technologia SAN (Storage Area Networks)-Praca dyplomowa magisterska, Samodzielny Zakład Sieci Komputerowych Politechnika, Łodź 2005, <u>https://www.google.pl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=17&ved=0ahUK</u> <u>EwiIroufz9rSAhVMjCwKHRw0Ba84ChAWCE4wBg&url=http%3A%2F%2Fzskl.p.l</u> <u>odz.pl%2F~morawski%2FDyplomy%2FPraca%2520dyplomowa%2520p.%2520Bozy</u> <u>ka.pdf&usg=AFQjCNGcTtYnhiQ45TeRZaYFe8TvHREU7Q&sig2=8JYU_hvgVLlX</u> <u>Kbuunef6tA&cad=rja</u>.
- 3. Infortrend Technology Inc.: Storage Area Network, 2007, <u>https://www.google.pl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=48&cad=rja&ua ct=8&ved=0ahUKEwiy2rLP3NrSAhUBVxQKHf1-CyM4KBAWCE0wBw&url=http%3A%2F%2Finfortrend.com%2FImageLoader%2F LoadDoc%2F183&usg=AFQjCNF7LPJzA24tihEuR4I10w9lcmrkKw&sig2=SFuK7vO D5X5Gh0SYJ9z9Bg.</u>
- 4. <u>vSphere ESXi Bare-Metal Hypervisor | VMware Polska</u>, www.vmware.com [dostęp 2015-11-29], http://www.vmware.com/products/esxi-and-esx.html.
- 5. The Red Hat Enterprise Linux 6 Kernel: What Is It?, <u>http://www.serverwatch.com/news/article.php/3880131/The-Red-Hat-Enterprise-Linux-6-Kernel-What-Is-It.htm</u>.
- 6. How To Install and Update A Redhat Linux Kernel RPM, <u>http://www.yolinux.com/TUTORIALS/LinuxTutorialKernelRpmInstall.html</u>.
- 7. Ball B.: Red Hat Linux 7.3, "Księga Experta", Tłumaczenie: Maciej Pasternacki, ISBN: 83-7197-787-5, Wydawnictwo HELION, 2002.
- 8. Red Hat Linux, <u>https://pl.wikipedia.org/wiki/Red_Hat_Linux</u>.
- 9. Fibre Channel SAN Configuration Guide Vmware, <u>https://www.google.pl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=13&ved=0ahUK</u> <u>EwjNjLvUvNrSAhWCQxoKHQTOAMAQFghtMAw&url=http%3A%2F%2Fwww.v</u> <u>mware.com%2Fpdf%2Fvsphere4%2Fr40%2Fvsp_40_san_cfg.pdf&usg=AFQjCNGxQ</u> <u>eLDd-lj-Sz3LYeFU0J26I6u1g&sig2=qZdVACxDgDo4DdEZ-ejijA&cad=rja</u>.
- 10. Host Bus Adapter (HBA), <u>http://searchstorage.techtarget.com/definition/host-bus-adapter</u>.
- 11. VMware vSphere 5.1 Documentation Center, https://pubs.vmware.com/vsphere-51/index.jsp#com.vmware.vsphere.doc/GUID-1B959D6B-41CA-4E23-A7DB-E9165D5A0E80.html.

- 12. Fiber Channel Storage Area Network (FC SAN), <u>https://www.techopedia.com/definition/1081/fiber-channel-storage-area-network-fc-san</u>.
- 13. Fibre Channel SAN Topologies, EMC,

https://www.google.pl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=10&ved=0ahUK EwjNjLvUvNrSAhWCQxoKHQTOAMAQFghUMAk&url=https%3A%2F%2Fwww. emc.com%2Fcollateral%2Fhardware%2Ftechnical-documentation%2Fh8074-fibrechannel-santb.pdf&usg=AFQjCNGw6qg1hMKDIfZpd7_dxYyMa3YsfA&sig2=L8ly1S83lks02L8

tb.pdf&usg=AFQjCNGw6qg1hMKDIfZpd7_dxYyMa3YsfA&sig2=L8ly1S83lks02L8 XEFpWhg&cad=rja.

14. Pico J.: An Analysis From A Security Perspective, Fibre Channel Storage Area Networks - SANS Institute,

https://www.google.pl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=12&cad=rja&ua ct=8&ved=0ahUKEwiIroufz9rSAhVMjCwKHRw0Ba84ChAWCCgwAQ&url=https% 3A%2F%2Fwww.sans.org%2Freading-room%2Fwhitepapers%2Fbackup%2Ffibrechannel-storage-area-networks-analysis-security-perspective-32913&usg=AEQiCNE2GliHWI9YQaERPr_EsZBRVgp46Q&sig2=DyfsKEEtw11aiH

<u>32913&usg=AFQjCNE2GljHWI9YQqFRPr_FsZBRVgp46Q&sig2=DyfsKFFtw1JqjH</u> <u>TxSFDdvQ</u>.

15. Norman D.: Fibre Channel Technology for Storage Area Networks, 2001, <u>https://www.google.pl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=29&ved=0ahUK</u> <u>EwiCxO-</u>

v1NrSAhUBliwKHSSxAyc4FBAWCFcwCA&url=https%3A%2F%2Fwww.rivier.edu %2Ffaculty%2Fvriabov%2FCS553a_Paper_DNorman.pdf&usg=AFQjCNHbMK8jD MbIrjZE-YPAdwpSg0AIQw&sig2=QC-q_MaZv-Vk_P7O1gFQig&cad=rja.

16. Black D.L.: A Storage Menagerie: SANs, Fibre Channel, Replication and Networks, Miami 2011,

https://www.google.pl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=33&ved=0ahUK EwjTwo_s1drSAhWE7BQKHWzZDmg4HhAWCCkwAg&url=https%3A%2F%2Fw ww.nanog.org%2Fmeetings%2Fnanog51%2Fpresentations%2FSunday%2FNANOG5 1.Talk8.StorageMenagerie.pdf&usg=AFQjCNEuRU5_1mVAZhsAVpOHO9s2IEknZ A&sig2=7JwuDVgT4idj-ADzyPV1pw&cad=rja.

- 17. Dale D.: iSCSI & Fibre Channel SANs, https://www.google.pl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=56&ved=0ahUK EwiOgMue39rSAhVJvhQKHYAhBPI4MhAWCD4wBQ&url=http%3A%2F%2Fww w.snia.org%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2FiSCSI%2520and%2520FC%2520SAN.pd f&usg=AFQjCNH68QzoPlwb9QygcAhPSBU35AOQAA&sig2=ix9gKkTkB_96Zcmf T3li6A&cad=rja.
- 18. Fibre Channel Storage area Network, <u>https://www.google.pl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=73&ved=0ahUK</u> <u>EwiQ-</u> <u>6me4trSAhVFVBQKHdj8AIE4RhAWCCgwAg&url=http%3A%2F%2Fjbiet.edu.in%</u> <u>2Fcoursefiles%2Fcse%2FHO%2Fcse4%2FSAN4.pdf&usg=AFQjCNGuJ-</u> <u>qgJaBf9f1Kt-hAfMhE-HxFyw&sig2=5iJgB9TpakoLLkGcM11-Sw&cad=rja</u>.
- 19. VMware vSphere 5.1: 16Gb Fibre Channel SANs with HP ProLiant DL380 Gen8 servers and HP 3PAR Storage, <u>https://www.google.pl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=103&cad=rja&u act=8&ved=0ahUKEwi0_7nc49rSAhWDPRQKHf--</u>

<u>C_w4ZBAWCCgwAg&url=https%3A%2F%2Fdocs.broadcom.com%2Fdocs%2F123</u> 56389&usg=AFQjCNEzQIB62vStn9liCRwN3sWH775-mg&sig2=KU0ixGbU-9vvIz1-edNFuA.

- 20. CONNECTING SANS OVER METROPOLITAN AND WIDE AREA NETWORKS, <u>https://www.google.pl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=111&ved=0ahU</u> <u>KEwiat7nC5NrSAhUI7xQKHSLBAwY4bhAWCBkwAA&url=http%3A%2F%2Fstor</u> <u>usint.com%2Fpdf%2Fbrocade%2520remote%2520connection.pdf&usg=AFQjCNG8ai</u> <u>2Zr74K0tLytgh3tmrBuH7bRw&sig2=4m-ouEzH4PhwW6RJSEOKdw&cad=rja</u>.
- 21. Openfiler, https://www.openfiler.com/products.
- 22. Bastiaansen R.: Install and configure Openfiler for ESXi shared storage with NFS and iSCSI, 2013, <u>http://www.vmwarebits.com/content/install-and-configure-openfiler-esxi-shared-storage-nfs-and-iscsi</u>.
- 23. Seget V.: How to configure OpenFiler iSCSI Storage for use with VMware ESX, 2015, <u>https://www.vladan.fr/how-to-configure-openfiler-iscsi-storage-for-use-with-vmware-esx/</u>.
- 24. Openfiler Administration Guide, Openfiler Ltd. UK, 2009, https://www.google.pl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=10&ved=0ahUK Ewiuk6O_5drSAhWMVhQKHTu5D9sQFghpMAk&url=https%3A%2F%2Fjuliorestr epo.files.wordpress.com%2F2010%2F10%2Fopenfiler-administration-guide-_-bysan.pdf&usg=AFQjCNHR_l418NAixCnLum9cO5BrCPwkMg&sig2=nk40HjhaDRIgN UOh0CloaA&cad=rja.
- 25. Tivari R.: How to install openfiler 2.99, 2013, <u>https://www.google.pl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=12&ved=0ahUK</u> Ewil-

NW76NrSAhXMPxQKHXeFDNw4ChAWCCEwAQ&url=http%3A%2F%2Fccent.sy r.edu%2Fwp-content%2Fuploads%2F2015%2F03%2FHow-to-install-Open-FIler-Using-SAN.pdf&usg=AFQjCNHyFIK7HJuV5v6lqbGV01TZ-

DmBGw&sig2=raSYujdqzEpDpD8HFQfBjw&bvm=bv.149397726,d.d24&cad=rja. 26. Intel: Delivering Low Cost High IOPS VM Datastores Using Openfiler, Document

Number: 329238-002US, 2014, https://www.google.pl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=15&ved=0ahUK Ewil-

NW76NrSAhXMPxQKHXeFDNw4ChAWCDowBA&url=http%3A%2F%2Fwww.int el.de%2Fcontent%2Fdam%2Fwww%2Fpublic%2Fus%2Fen%2Fdocuments%2Ftechn ology-briefs%2Fssd-dc-s3700-low-cost-high-iops-vm-openfiler-blueprintbrief.pdf&usg=AFQjCNHMmKOl4_XtwJ5DGJZuMy5MZt4ACg&sig2=RwO49GiRIx 963zMS6TCaGw&bvm=bv.149397726,d.d24&cad=rja.

- 27. How to configure Openfiler v2.3 iSCSI Storage with VMware ESXi v4, 2017, <u>http://www.htmlgraphic.com/how-to-configure-openfiler-v2-3-iscsi-storage-for-use-with-vmware-esxi-v4/</u>.
- 28. Creating a vSphere HA Cluster, <u>https://pubs.vmware.com/vsphere-50/index.jsp?topic=%2Fcom.vmware.vsphere.avail.doc_50%2FGUID-E90B8A4A-BAE1-4094-8D92-8C5570FE5D8C.html</u>.
- 29. Introduction to a "Network File System" (NFS), 2009, <u>https://www.google.pl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&cad=rja&uac</u> <u>t=8&ved=0ahUKEwjH8JqmtuTSAhXnIpoKHfgLALUQFghXMAc&url=http%3A%2</u> <u>F%2Fwww.cs.fsu.edu%2F~langley%2FCNT4603-2009-Spring%2F08-</u>

	<u>nfs.pdf&usg=AFQjCNHAXO8A-</u>
	<u>ByVbbOq65lManUms5uoA&sig2=wSz3EkIqPL43tTsUXXGk2g</u> .
30.	An Introduction to NFS – LinuxVM,
	https://www.google.pl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uac
	<u>t=8&ved=0ahUKEwjRopS-</u>
	teTSAhXoa5oKHcFDCVwQFggnMAI&url=http%3A%2F%2Flinuxvm.org%2Fprese
	nt%2FSHARE98%2FS5521NFa.pdf&usg=AFQjCNEv7XG0PZle_W3FOdGGwLa53
	<u>FIntA&sig2=OjIkJk05yjHK5lsy1Jrd2w</u> .
31.	Shepler S. i inni, Network File System (NFS) version 4 Protocol, RFC 3530, IETF,
	kwiecień 2003, DOI: 10.17487/RFC3530, OCLC 943595667 (ang.).,
	https://tools.ietf.org/html/rfc3530.
32.	Callaghan B., Pawlowski B., Staubach P., NFS Version 3 Protocol Specification, RFC
	1813, <u>IETF</u> , czerwiec 1995, <u>DOI</u> : <u>10.17487/RFC1813</u> , <u>OCLC 943595667</u> (ang.),
	https://tools.ietf.org/html/rfc1813.
33.	Nowicki B., NFS: Network File System Protocol specification, RFC 1094, IETF,
	marzec 1989, DOI: 10.17487/RFC1094, OCLC 943595667 (ang.),
	https://tools.ietf.org/html/rfc1813.
34.	Brocade Communications Systems, Inc.: EZSwitchSetup, Administrator's Guide,
	2011,
	https://www.google.pl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uac
	t=8&ved=0ahUKEwjTicf_uunSAhUJWhQKHfE0DqAQFggcMAA&url=http%3A%2
	F%2Fwww.brocade.com%2Fcontent%2Fhtml%2Fen%2Fadministration-
	guide%2Ffos-741-
	ezswitchsetup%2Findex.html&usg=AFQjCNHFhNRMTM6YYygfqzH8hxchScIurw&
	<u>sig2=0fcPjbAuZ_tFsIL9OcgL1Q</u> .
35.	Fibre Channel zoning, https://en.wikipedia.org/wiki/Fibre_Channel_zoning.
36.	Brocade Communications Systems, Inc.: Secure SAN Zoning, Best Practices,
	https://www.google.pl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUK
	Ewip8e_jvunSAhWGZpoKHULCAkIQFggcMAA&url=https%3A%2F%2Fcommunit
	y.brocade.com%2Fdtscp75322%2Fattachments%2Fdtscp75322%2Ffibre%2F8903%2
	<u>F1%2FZoning_Best_Practices_WP-</u>
	00.pdf&usg=AFQjCNFo4TiQV6kT1ech9libNZ0_L6ZVvQ&sig2=HTqDjdBZaA43Uh
~ -	NDL9IOJw&cad=rja.
37.	Azhagarasu A.: Zoning in Brocade FC SAN switch for beginners, 2013,
20	https://sanenthusiast.com/zoning-in-brocade-tc-san-switch-for-beginners/.
38.	Brocade Communications Systems, Inc.: Brocade Guide to Understanding Zoning,
	Document number: $53-0000213-01$, 2002,
	$\frac{\text{nttps://www.google.pl/url/sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0anUK}{\text{Source} = \frac{1}{2} + \frac{1}$
	Ewip8e_jvunSAhWGZpoKHULCAkIQFggjMAE&url=https%3A%2F%2Fcommunity
	.brocade.com%2Fdtscp/5322%2Fattachments%2Fdtscp/5322%2Fmgmtsoftware%2F
	$\frac{192\%2F2\%2F53-0000213}{010/2DDm} = \frac{1}{2} $
	01%2BBrocade%2BGuide%2Bto%2BUnderstanding%2BZoning%2BVolume%2B1.p
	<u>ulausg-AFQJUNEBgzK/IIVIXqETGNFK814WQPcgUG8g&sig2=_UdaoKXmBltEEFL</u> 15mMV4w&cod=ric
20	<u>1 JIIIVI I 4 Wacad – Ija</u> . The SAN Guy, Lleeful Presede EOS CLL Commonder 2012
39.	https://thosonguy.com/2012/00/11/usoful brocode for all commands/
	https://tilesanguy.com/2015/09/11/useful-orocade-ios-cn-commands/.

- 40. Jak dobrać macierz pod wirtualizację serwerów?, 2015, http://blog.integratedsolutions.pl/wirtualizacja/jak-dobrac-macierz-pod-wirtualizacjeserwerow/.
- 41. Brocade 300 Switch, http://www.brocade.com/en/backend-content/pdfpage.html?/content/dam/common/documents/content-types/datasheet/brocade-300switch-ds.pdf.
- 42. Brocade G620 Switch, http://www.brocade.com/en/backend-content/pdfpage.html?/content/dam/common/documents/content-types/datasheet/brocade-g620switch-ds.pdf.
- 43. Brocade Communications Systems, Inc.: Brocade EZSwitchSetup, Administrator's Guide, 2015,

https://www.google.pl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUK EwjTicf_uunSAhUJWhQKHfE0DqAQFggsMAI&url=http%3A%2F%2Fwww.brocad e.com%2Fcontent%2Fdam%2Fcommon%2Fdocuments%2Fcontent-

types%2Fadministration-guide%2Fezswitchsetup-800-

adminguide.pdf&usg=AFQjCNHAwMIvyfASnfWvbwYezC4lQmGcTw&sig2=xHhMk qx3TBAmHiAfMeRcbA&cad=rja.

Recenzent:

Wpłynęło do Redakcji 30 kwietnia 2017 r.

Abstract

In the present work describes the way in which you can build a mass storage type "Fiber Channel SAN Storage", working under the control of the operating system Linux Openfiler ESA and cooperating with a cluster of high availability VMWARE ESXi. Prepared, according to the form described in the article, a laboratory cluster infrastructure was used to test the possibility of launching in mass storage for migration, tile specialist hospital Indirect Radiography System "Synapse" FUJIFILM Medical Systems USA, Inc., used in Specialized Hospital named Prof. E. Michalowski MEDHOLDING S.A., for the collection and presentation of the rentgenograms (x-ray) and tomographs (TK). This article presents high-availability cluster with full redundancy fiber connectivity, as a platform for virtual machines with mass storage system. In the construction of high availability cluster, the VMWARE ESXi technology was used which support many different and very expensive mass storage type Storage Area Network (SAN) in a variety of configurations. In the work a comparative assessment has been made of the speed of "Synapse" system in a situation when the virtual disks of this system reside on disks in the storage type "Fiber Channel SAN Storage, or on drives of the one ESXi server or on a shared another NFS server file system drives included in the laboratory network.