

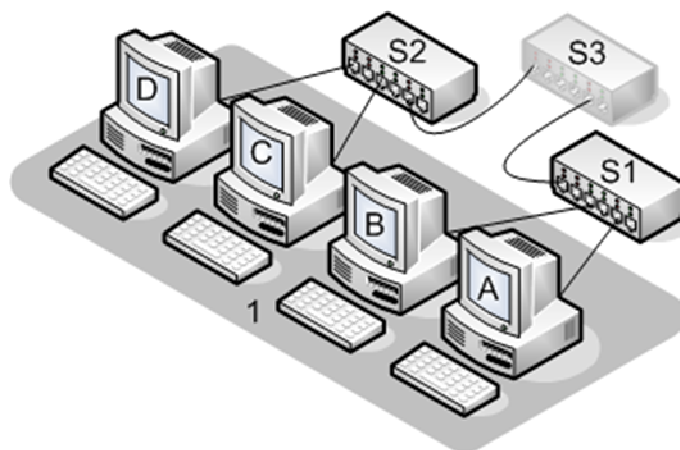
# VLAN – Ethernet

## Wstęp

Ćwiczenie ilustruje w kolejnych krokach coraz bardziej złożone struktury realizowane z użyciem wirtualnych sieci lokalnych. Urządzeniami, które będą realizowały wirtualne sieci lokalne będą przełączniki ethernetowe CrossFire 8711 i CrossFire 8720. Komputery mogą być konfigurowane w dowolnym systemie operacyjnym do ćwiczenia nr 6. Od ćwiczenia 7 należy pracować w systemie Linux.

## Wirtualna sieć lokalna bez znaczników – przykład 1

Na Rys. 1 przedstawiona jest początkowa konfiguracja czterech komputerów A, B, C i D oraz dwóch przełączników S1, S2, przełącznik S3 nie należy do tego zestawu i pełni rolę mostu.



Rys. 1. Konfiguracja podstawowa.

Porty, które biorą udział w tej konfiguracji przedstawione są w Tab. 1. W polach tabeli w nawiasach podane są numery sieci wirtualnych (VLAN ID – VID), które występują na danym porcie. Jeżeli sieć wirtualna ma włączone znaczniki na tym porcie, to posiada szare tło i numer jest pisany kursywą.

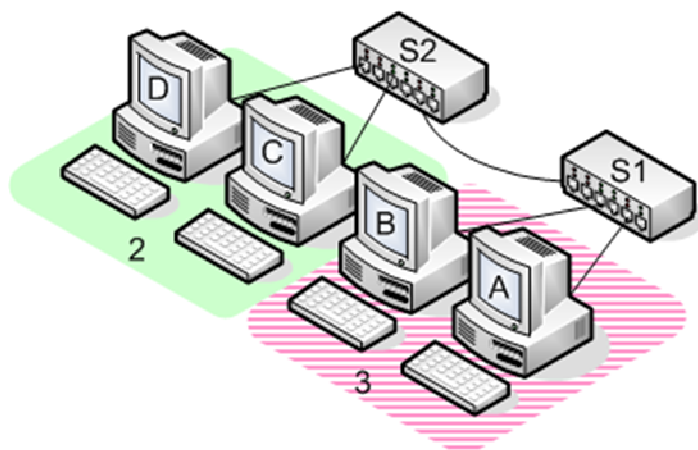
Port S1 (VID)...	...połączony z
1 (1)	S3
2 (1)	B
3 (1)	A
Port S2 (VID)...	...połączony z
1 (1)	D
2 (1)	C
3 (1)	S3

Tab. 1. Początkowy układ sieci wirtualnych – wszystkie urządzenia w VLAN 1.

Taka konfiguracja sieci wirtualnych powoduje, że wszystkie urządzenia mogą się bez przeszkód komunikować, bo należą do wspólnej sieci wirtualnej i żaden port nie ma włączonych znaczników. Przynależność do sieci wirtualnej jest pokazana za pomocą tła, na którym umieszczone są komputery podpisanego numerem VID (1).

## Dwie wirtualne sieci lokalne bez znaczników – przykład 2

Przedstawiona poniżej na Rys. 2 konfiguracja pozwala zilustrować, że brak znaczników powoduje nierozróżnialność wirtualnych sieci lokalnych. Dokładne ustawienia przedstawione są w Tab. 2 (zmieniły się także numery portów).



Rys. 2. Dwie sieci wirtualne, pomiędzy którymi można przysyłać ramki.

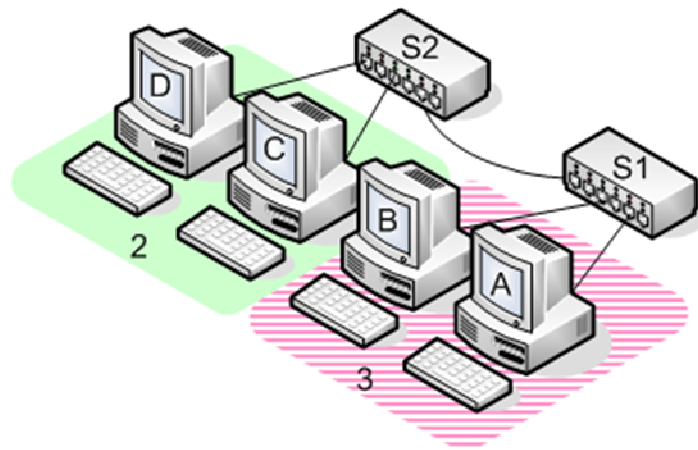
Port S1 (VID)...	...połączony z
4 (3)	S2
5 (3)	B
6 (3)	A
Port S2 (VID)...	...połączony z
4 (2)	D
5 (2)	C
6 (2)	S1

Tab. 2. Konfiguracja dwóch sieci wirtualnych bez znaczników.

Przesyłanie danych pomiędzy sieciami wirtualnymi 2 i 3 jest możliwe, bo tylko konfiguracja przełączników wskazuje, że na jednym została stworzona sieć 2, a na drugim 3. Ponieważ żadna ramka docierająca do S2 nie posiada znacznika VLAN 3, i vice versa, przełączniki traktują je jak należące do tej samej sieci wirtualnej. Taka konfiguracja sieci wirtualnych powoduje tylko, że w obrębie jednego przełącznika ramki nie trafią na porty należące do innej sieci wirtualnej (porty 1, 2, 3 z przykładu 1).

## Dwie wirtualne sieci lokalne ze znacznikami – przykład 3

Ten przykład (Rys. 3) różni się od poprzedniego tylko tym, że na porcie 4 w S1 i porcie 6 w S2 włączono znaczniki w obu sieciach wirtualnych (Tab. 3 – numery VID pisane kursywą na ciemniejszym tle oznaczają włączone znaczniki w danej sieci wirtualnej). Wszystkie ramki, które są wysyłane przez komputery C, D i mają być przesłane przez port 6 zostają oznakowane znacznikiem 802.1Q sieci wirtualnej 2. Takie ramki po trafieniu do portu 4 przełącznika S1 nie zostaną przesłane do komputerów A i B. VID sieci z której pochodzą nie odpowiada temu skonfigurowanemu na porcie 4 w przełączniku S1, który na tym porcie akceptuje ruch wyłącznie do sieci wirtualnej 3.



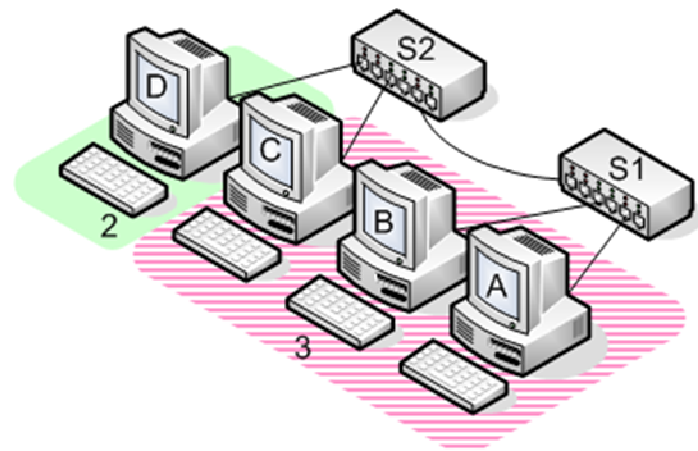
Rys. 3. Dwie sieci wirtualne, pomiędzy którymi nie można przesyłać ramek.

Port S1 (VID)...	...połączony z
4 (3)	S2
5 (3)	B
6 (3)	A
Port S2 (VID)...	...połączony z
4 (2)	D
5 (2)	C
6 (2)	S1

Tab. 3. Konfiguracja dwóch sieci wirtualnych ze znacznikami.

### ***Jedna wirtualna sieć lokalna ze znacznikami – przykład 4***

Ten przykład jest rozwinięciem poprzedniego. Ilustruje możliwość rozpostarcia wirtualnej sieci lokalnej o numerze 3 z przełącznika S1 na przełącznik S2. Taka konfiguracja pozwala przynależać do sieci wirtualnej 3 komputerowi C i komunikować się z A i B. Komunikacja zupełnie nie będzie widziana przez stację D.



Rys. 4. Komputer C podłączony do S2 należy do sieci wirtualnej 3 razem z A i B.

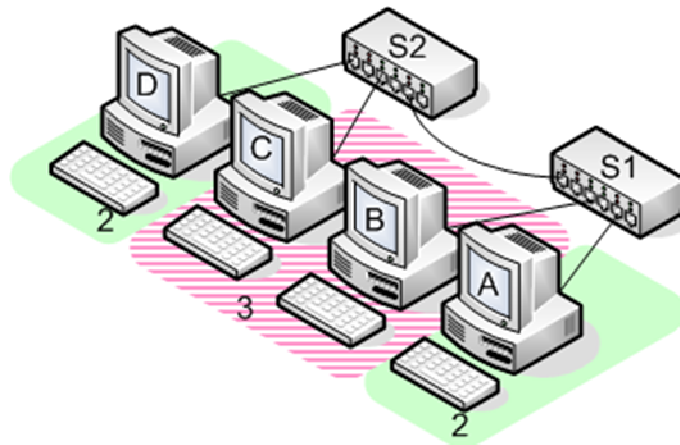
Port S1 (VID)...	...połączony z
4 (2/3)	S2
5 (3)	B
6 (3)	A
Port S2 (VID)...	...połączony z
4 (2)	D
5 (3)	C
6 (2/3)	S1

Tab. 4. Konfiguracja sieci wirtualnej 3 na dwóch przełącznikach.

Port 5 przełącznika S2, na którym podłączony jest komputer C należy teraz do sieci wirtualnej 3. Oprócz tego porty przełączników, które łączą je pomiędzy sobą należą do obu sieci wirtualnych. Tym połączeniem przesyłane są ramki bez znaczników należące do VLAN 2 oraz oznakowane ramki należące do VLAN 3. Dzięki temu ruch pomiędzy tymi sieciami jest odseparowany od siebie. Na ilustracji nie zamieszczono żadnej stacji, która należy do VLAN 2 i jest podłączona do przełącznika S1. Taki scenariusz przedstawiony jest w następnym przykładzie.

### Dwie wirtualne sieci lokalne ze znacznikami – przykład 5

Przykład ten pozwala pokazać, że ruch jednym łączem może należeć do różnych wirtualnych sieci lokalnych (Rys. 5). W konfiguracji na komputery A i D należą do VLAN 2, a komputery B i C – do VLAN 3 (Tab. 6).



Rys. 5. Komputery A i D należą do jednej, a B i C do drugiej sieci wirtualnej.

Port S1 (VID)...	...połączony z
4 (2/3)	S2
5 (3)	B
6 (2)	A
Port S2 (VID)...	...połączony z
4 (2)	D
5 (3)	C
6 (2/3)	S1

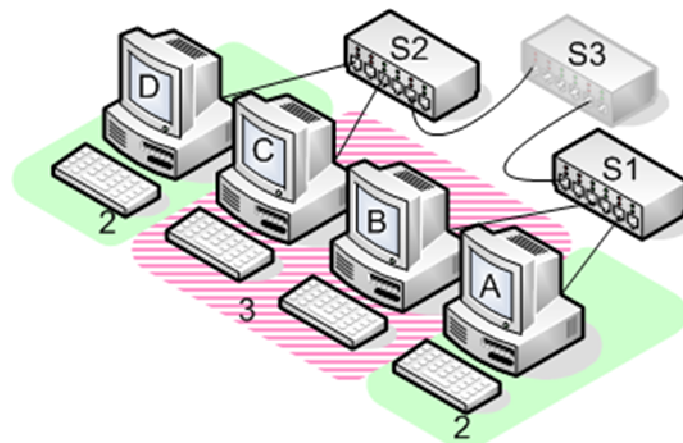
Tab. 5. Konfiguracja sieci wirtualnych 2 i 3 na dwóch przełącznikach.

Separacja ruchu przekazywanego między sieciami 2 i 3 jest całkowita, ponieważ łącze wspólne dla obu tych sieci jest podłączone do portów, które dodają znaczniki do ramek z obu sieci. Separacja byłaby równie skuteczna, gdyby na portach 4 S1 i 6 S2 jedna sieć miała znakowane ramki, a druga nie.

### Sieci wirtualne ze znacznikami do komputerów – przykład 6

Jedyną różnicą pomiędzy tym przykładem i poprzednim jest fakt podłączenia przełączników przez S3 zamiast bezpośrednio (Rys. 6). Gdyby przełącznik S3 nie obsługiwał wirtualnych sieci lokalnych, należałoby tylko sprawdzić, czy poprawnie przesyła dłuższe niż standardowo ramki (na skutek dodania nagłówka 802.1Q). Jednak w sytuacji gdy obsługuje wirtualne sieci lokalne, jego konfiguracja powinna także zostać odpowiednio zmodyfikowana (Tab. 6). Na portach, do których podłączone są S1 i S2 należy dodać VLAN 2 i VLAN 3 i upewnić się, że znaczniki są włączone w tych sieciach.

Jeżeli przełącznik odbiera ramkę zawierającą znacznik, a na porcie z którego ją otrzymał taka sieć wirtualna nie występuje, ramka jest odrzucana. Dlatego konieczna jest zmiana konfiguracji także w przełączniku S3.



Rys. 6. Ramki VLAN 2 i VLAN 3 przesyłane przez przełącznik S3.

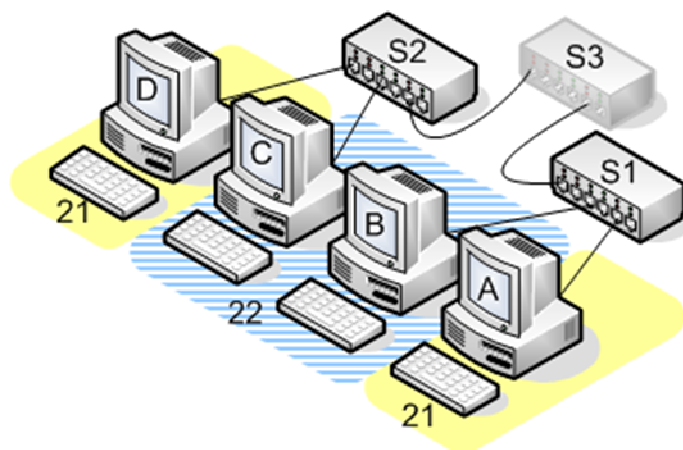
Port S1 (VID)...	...połączony z
4 (2/3)	S3 [2]
5 (3)	B
6 (2)	A
Port S2 (VID)...	...połączony z
4 (2)	D
5 (3)	C
6 (2/3)	S3 [1]
Port S3 (VID)...	...połączony z
1 (2/3)	S2
2 (2/3)	S1

Tab. 6. Konfiguracja sieci wirtualnej 3 na dwóch przełącznikach.

## Sieci wirtualne ze znacznikami do komputerów – przykład 7

Realizacja tego przykładu wymaga od komputerów posługiwania się znacznikami. Typowe stopy sieciowe komputerów nie obsługują ramek znakowanych – ramka ze znacznikiem zostaje odrzucona. W systemie Linux obsługa wirtualnych sieci lokalnych jest możliwa przez większość kart ethernetowych dzięki pakietowi vlan. W systemie Windows spotykane są wyłącznie rozwiązania firmowe producenta karty. Linux umożliwia dodanie wirtualnego interfejsu sieciowego powiązanego z fizycznym, który wszystkie wysyłane przez siebie ramki będzie opatrywał znacznikiem zadanej wirtualnej sieci lokalnej.

W tym przykładzie (Rys. 7) komputery muszą jawnie oznakować ramki, żeby mogły one zostać zinterpretowane przez przełączniki. Zmianie uległy też numery portów oraz sieci wirtualnych – **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania..**



Rys. 7. Komputery posługują się oznakowanymi ramkami.

Port S1 (VID)...	...połączony z
7 (21/22)	S3 [2]
8 (22)	B
9 (21)	A
Port S2 (VID)...	...połączony z
7 (21)	D
8 (22)	C
9 (21/22)	S3 [1]
Port S3 (VID)...	...połączony z
1 (21/22)	S2
2 (21/22)	S1

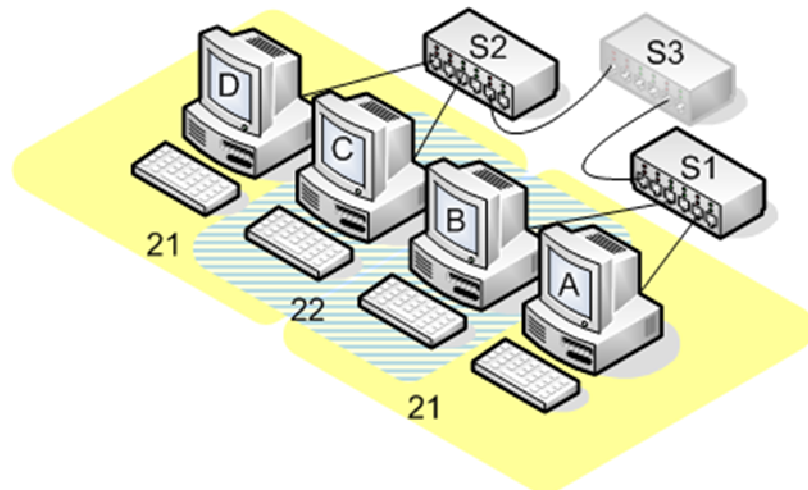
Tab. 7. Konfiguracja w której komputery muszą znakować ramki.

## Komputery należące jednocześnie do dwóch VLAN – przykład 8

Ten przykład ilustruje możliwość jednoczesnego należenia komputerów do więcej niż jednej sieci wirtualnej (Rys. 8). Zwykle sytuacja taka jest stosowana w środowiskach serwerowych oferujących różne usługi w różnych sieciach wirtualnych.

Tutaj komputery B i C należą do sieci wirtualnych 21 i 22 (**Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.**). Każdy z nich posiada dwa dodatkowe interfejsy

odpowiadające tym sieciom wirtualnym. Należy zauważyć, że w takiej sytuacji nakładane są typowe zasady routingu IP, które wymagają różnych podsieci dla wszystkich interfejsów. Dlatego adresy IP przypisane do interfejsów sieci wirtualnych powinny różnić się nie tylko ostatnim bajtem. W przedstawionym przykładzie komputery B i C powinny odpowiadać komputerom A i B na adresach przypisanych do interfejsów z VLAN 21. Nie powinny jednak odpowiadać na adresach przypisanych do interfejsów z VLAN 21, nawet po zmianie adresów komputerów A i B na należące do sieci VLAN 22.



Rys. 8. Komputery B i C należą do dwóch sieci wirtualnych.

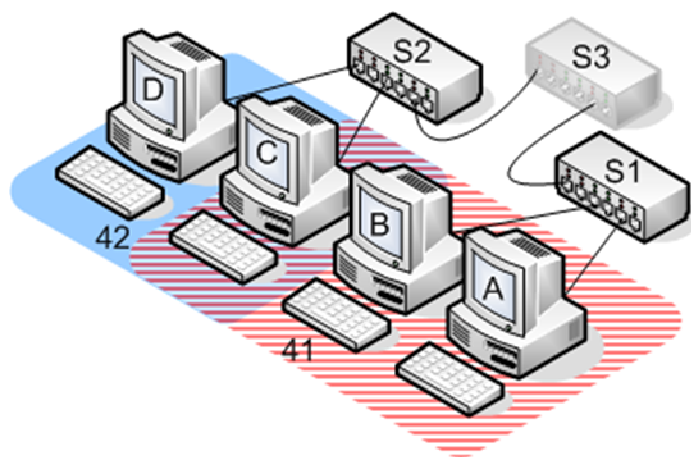
Port S1 (VID)...	...połączony z
7 (21/22)	S3
8 (21/22)	B
9 (21)	A
Port S2 (VID)...	...połączony z
7 (21)	D
8 (21/22)	C
9 (21/22)	S3
Port S3 (VID)...	...połączony z
1 (21/22)	S2
2 (21/22)	S1

Tab. 8. Konfiguracja przełączników do pracy z dwiema sieciami przez komputery B i C.

### **Konfiguracja mostu pomiędzy dwiema sieciami VLAN – przykład 9**

Ten przykład ilustruje możliwość połączenia dwóch różnych sieci wirtualnych z użyciem komputera (Rys. 9). Taka konfiguracja pozwala zamienić numery sieci wirtualnych zawartych w znacznikach z jednych na drugie.

Komputerem łączącym dwie sieci wirtualne jest komputer C, który należy do VLAN 41 i VLAN 42 (**Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.**). Połączenie między wirtualnymi sieciami lokalnymi jest realizowane w oparciu o funkcjonalność mostu w warstwie łącza danych.



Rys. 9. Komputer C łączy sieci wirtualne 41 i 42.

Port S1 (VID)...	...połączony z
7 (41/42)	S3 [2]
8 (41)	B
9 (41)	A
Port S2 (VID)...	...połączony z
7 (42)	D
8 (41/42)	C
9 (41/42)	S3 [1]
Port S3 (VID)...	...połączony z
1 (41/42)	S2
2 (41/42)	S1

Tab. 9. Konfiguracja przełączników pozwalająca komputerowi C łączyć VLAN 41 i 42.

## Konfiguracja wirtualnych sieci lokalnych w systemie Linux

Konfiguracja wirtualnych sieci lokalnych w systemie Linux polega na stworzeniu interfejsu wirtualnego powiązanego z rzeczywistym. Wszystkie ramki wychodzące przez dodany interfejs posiadają znaczniki odpowiedniej sieci wirtualnej. Wszystkie ramki docierające do tego interfejsu są odrzucane, jeżeli VID nie zgadza się ze skonfigurowanym.

Najpierw trzeba skonfigurować sposób nazywania tworzonych interfejsów, do wyboru jedna z czterech możliwości:

- vlnX (np. vln25)
- vln000X (np. vln0025)
- ethY.X (np. eth0.25)
- ethY.000X (np. eth0.0025)

Na zajęciach będziemy posługiwali się sposobem trzecim, czyli np. eth0.21 będzie oznaczało sieć wirtualną 21 powiązaną z interfejsem fizycznym eth0. Konfigurację nazewnictwa należy wykonać poleceniem (wpisywanym jeden raz na początku pracy z vconfig):

```
vconfig set_name_type DEV_PLUS_VID_NO_PAD
```



Następnie można dodać obsługę danej sieci wirtualnej (w przykładzie – 2) na wyznaczonym interfejsie (eth0):

```
vconfig add eth0 2
```

Powyższa komenda spowoduje utworzenie interfejsu eth0.2. Włączenie interfejsu wirtualnego powinno być zrobione po włączeniu interfejsu fizycznego, w przykładzie eth0:

```
ip link set eth0 up  
ip link set eth0.2 up
```

Pozostała konfiguracja interfejsu przebiega typowo. Na przykład adres IP można skonfigurować poleceniem:

```
ip addr add ADRES/DŁ.MASKI dev eth0.2
```

przy czym parametr DŁ.MASKI określa ile bitów ma maska (np. maska 255.255.255.0 ma długość trzech bajtów, czyli 24 bitów – /24)

Usunięcie interfejsu sieci wirtualnej umożliwia komenda:

```
vconfig rem eth0.2
```

## **Konfiguracja wirtualnego mostu w systemie Linux**

Za obsługę funkcjonalności mostu w systemie Linux odpowiada pakiet bridge-utils. Pakiet ten pozwala przysyłać ramki w warstwie łącza danych bez analizy nagłówek IP. Programowy most podlega klasycznym regułom uczenia na podstawie adresów MAC. Pozwala także konfigurować protokół Spanning Tree. Funkcjonalność ta nie będzie jednak wykorzystana w ćwiczeniu, ponieważ prezentowane topologie nie będą zawierały pętli.

Most w systemie Linux widziany jest jako odrębny interfejs wirtualny, który może zawierać dowolne interfejsy obecne w systemie. Wirtualny interfejs może mieć adres IP, dostępny na wszystkich interfejsach tworzących most.

Stworzenie nowego mostu, przykładowo o nazwie br0, można zrobić poleceniem:

```
brctl addbr br0
```

Aby dodać interfejs eth0.2 i eth0.5 do mostu należy posłużyć się poleceniami:

```
brctl addif br0 eth0.2  
brctl addif br0 eth0.5
```

Spowoduje to dodanie interfejsów odpowiadających sieciom wirtualnym 2 i 5 utworzonym na interfejsie eth0 do mostu br0.

Usunięcie interfejsu z przynależności do mostu jest możliwe poleceniem:

```
brctl delif br0 eth0.2
```

a całego mostu:

```
brctl delbr br0
```