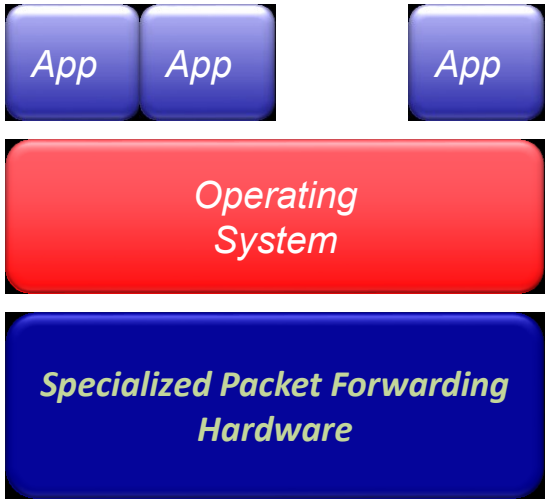
Software Defined Networking

проф. д-р инж. Христо Вълчанов

http://cs.tu-varna.bg

Мрежовата индустрия

Маршрутизиране, управление, контрол на достъпа, VPN, …

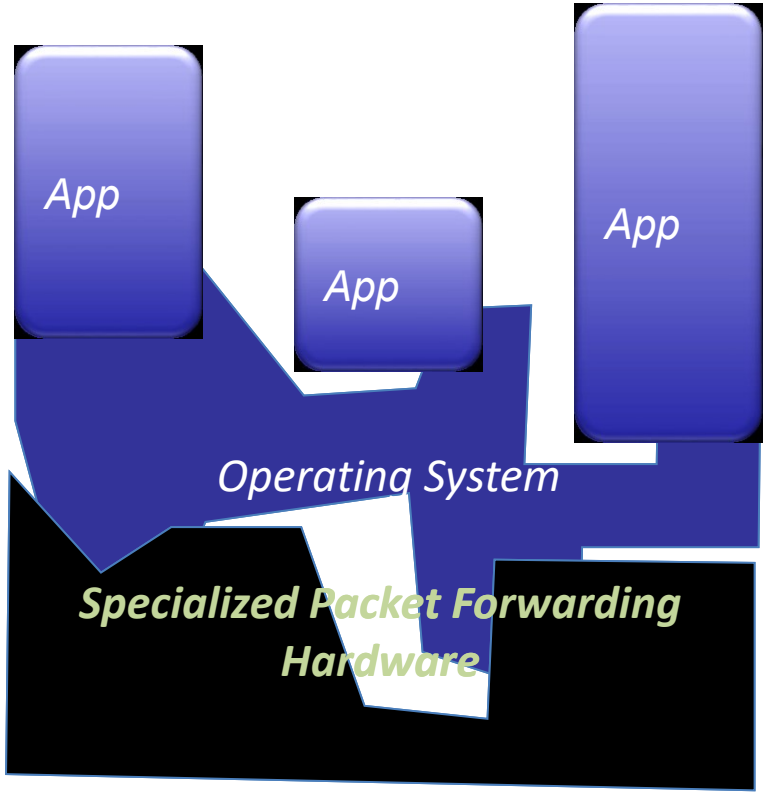


Милиони редове код

500M gates
10Gbytes RAM

Проблеми

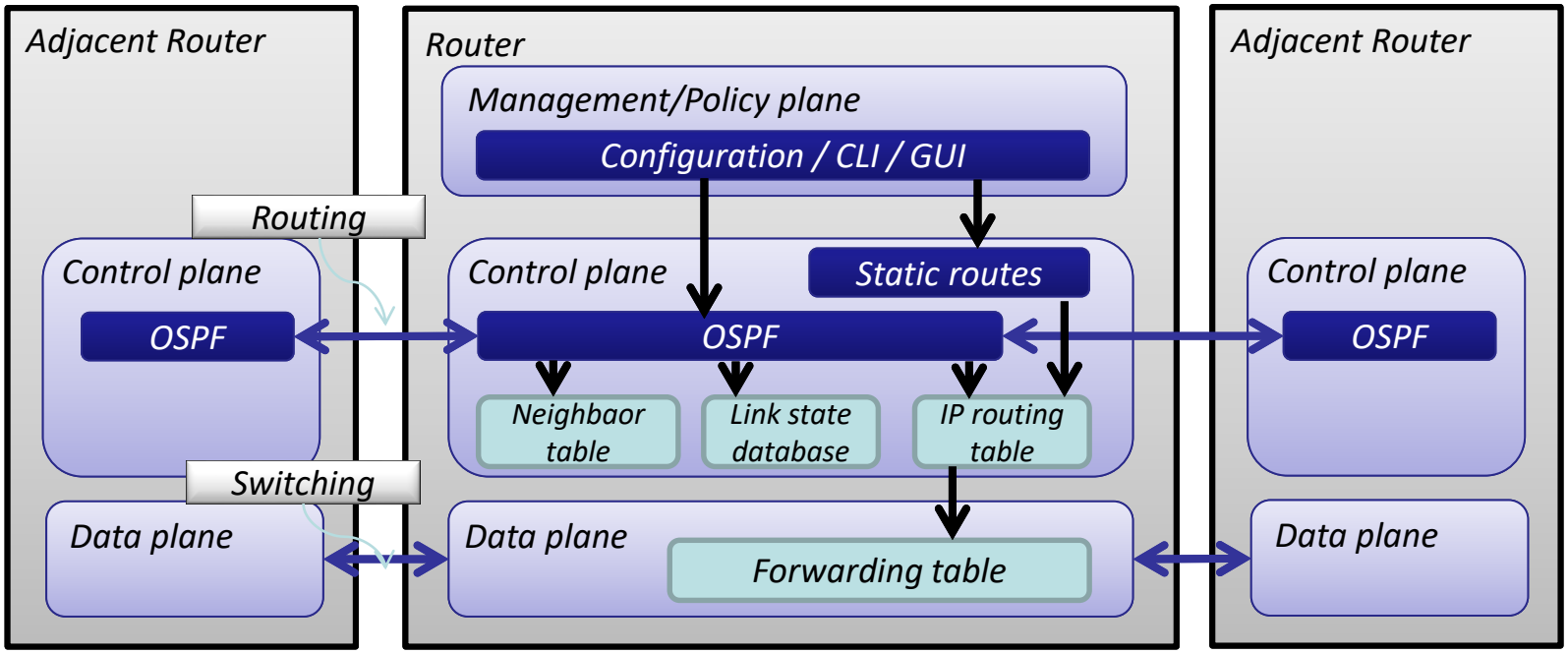
- Затворено оборудване
- Свръх много описания
- Бавно развитие
- Скъпо управление на мрежата
- Сложен софтуер в устройствата



Традиционен маршрутизатор

Може да се раздели на **control** и **data plane**:

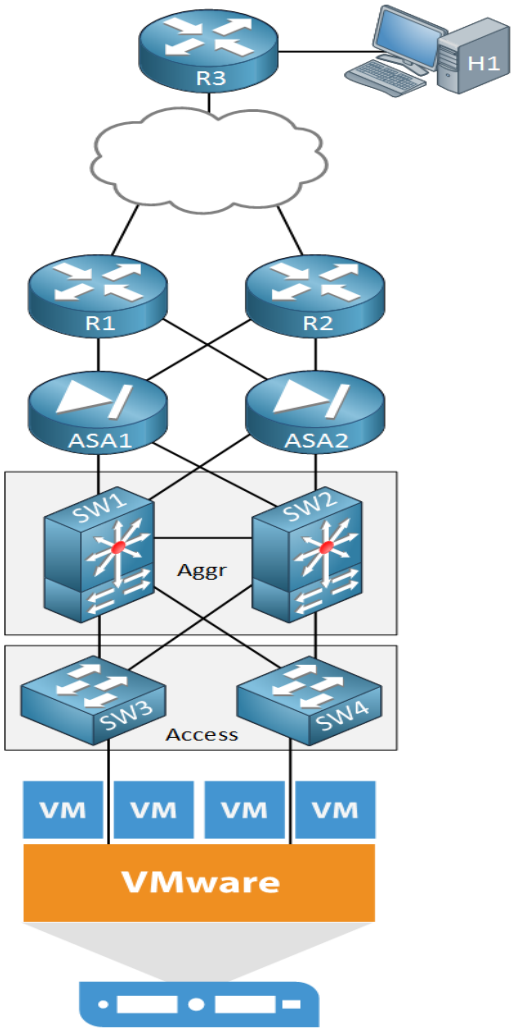
- **Management plane** – Конфигуриране
- **Control plane** – Решения
- **Data plane** - Предаване



Ограничения

Примерен дейтацентър:

- Ново приложение, изискващо 4 нови ВМ
- Всяка ВМ трябва да е в различна VLAN
- Потребителят в H1 да има достъп до приложението на тези ВМ



Forwarding и Routing

Forwarding – data plane:

- Прехвърля даннов пакет към изходяща връзка
- Отделен рутер използва “*forwarding*” таблица

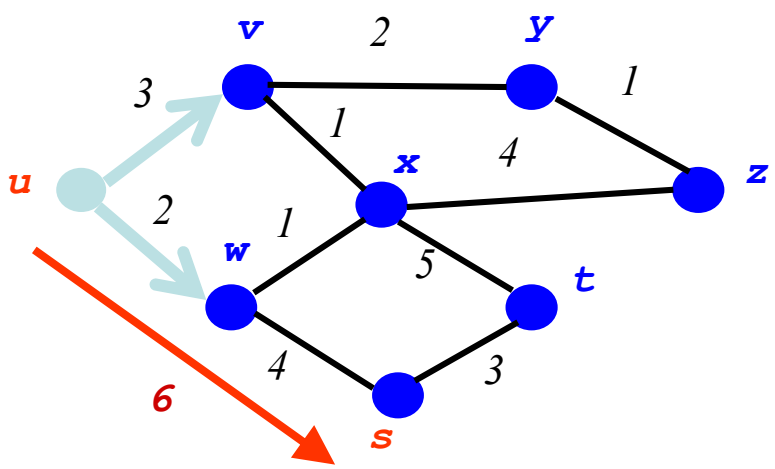
Routing- control plane:

- Изчислява пътища за пакетите
- Рутерите си обменят информация
- Отделен рутер изгражда *forwarding* таблица

Пример: Shortest-Path Routing

Изчислява се цената на пътя до всички възли:

- От източника до всички останали
- Сумарната цена на пътя през всяка връзка
- Следващият рутер е по пътя с най-малката сумарна цена

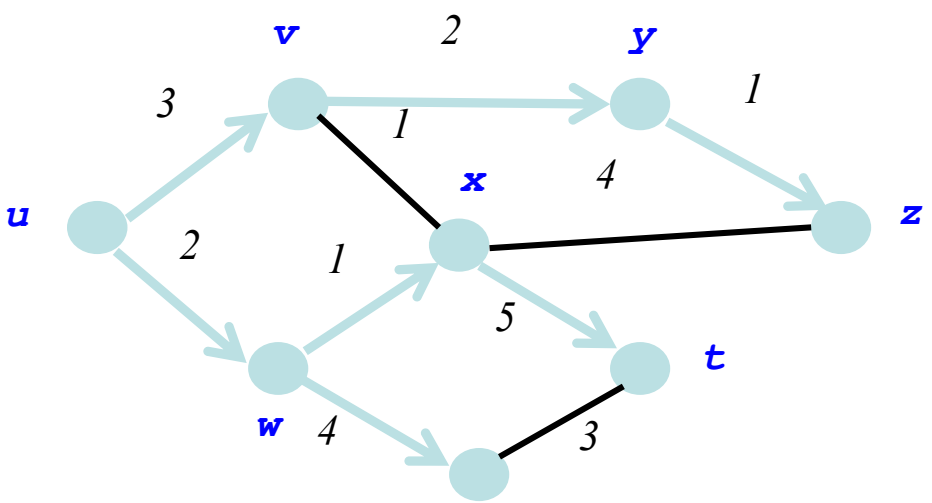


	link
v	(u,v)
w	(u,w)
x	(u,w)
y	(u,v)
z	(u,v)
s	(u,w)
t	(u,w)

Distributed Control Plane

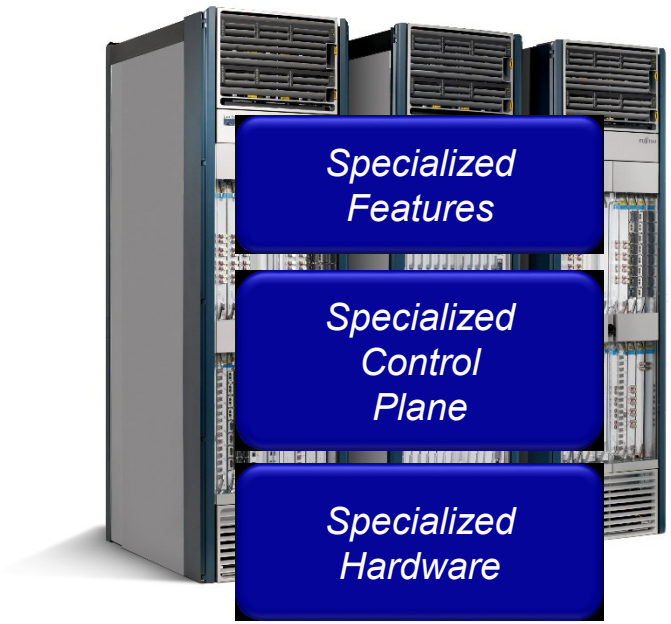
Маршрутизиране със състояния на връзките (OSPF, IS-IS):

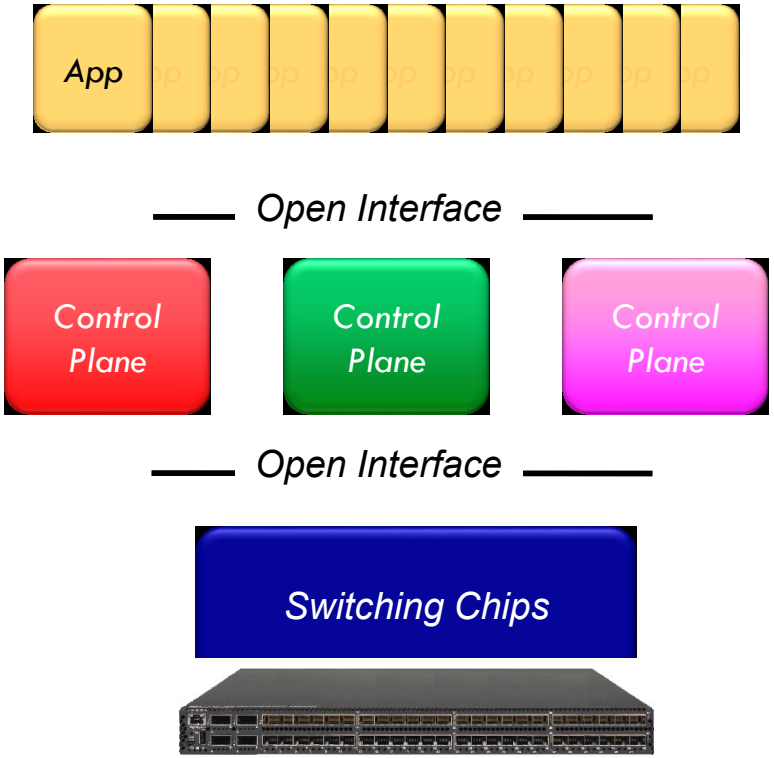
- Разпространява се цялата топология до всички възли
- Всеки възел изчислява най-късите пътища
- Алгоритъм на Дийкстра



	link
v	(u,v)
w	(u,w)
x	(u,w)
y	(u,v)
z	(u,v)
s	(u,w)
t	(u,w)

Промяна на концепцията





- *Вертикално интегрирана*
- *Затворена, за производител*
- *Бавни иновации*

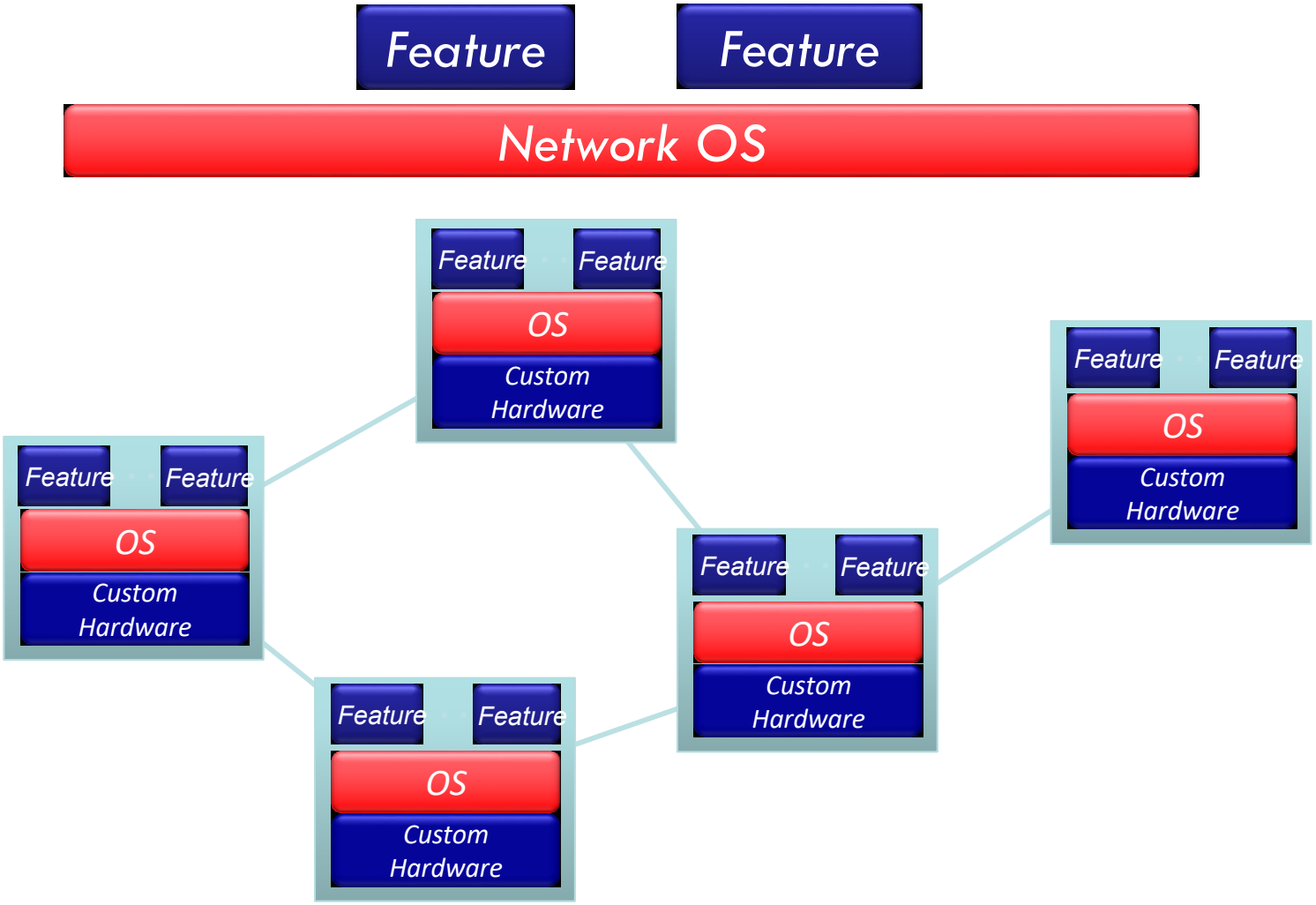
- *Хоризонтална*
- *Open Интерфейси*
- *Бързи иновации*

Software Defined Network

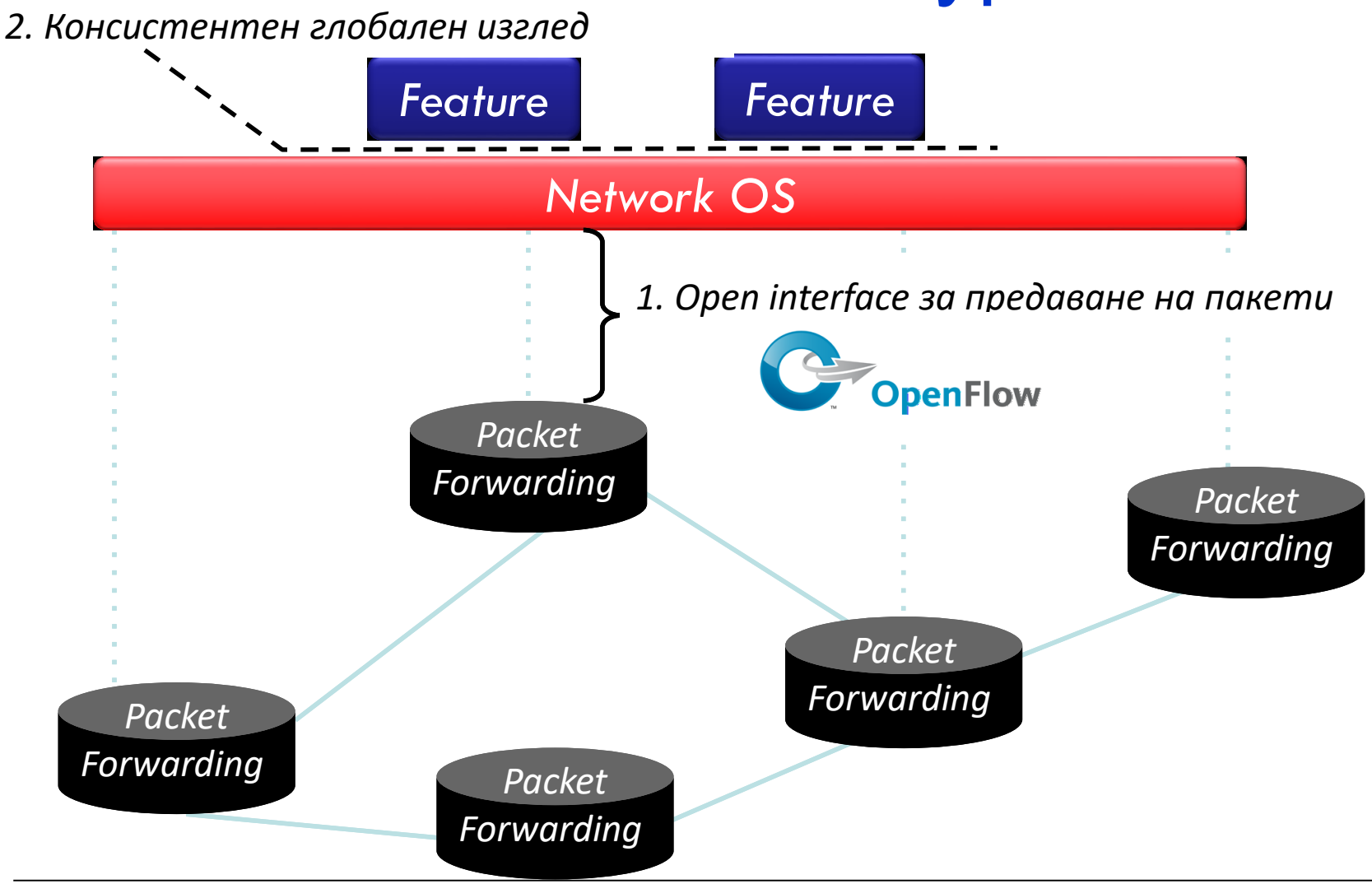
- **Разделяне на control plane от data plane**

- Софтуерът от control plane се изпълнява на хардуер с общо предназначение - **контролер**
- Възможност за програмиране на data plane
- Архитектурата контролира не само единично устройство, а цяла мрежа

Промяна на мрежите



Нова артитектура



Мрежова ОС

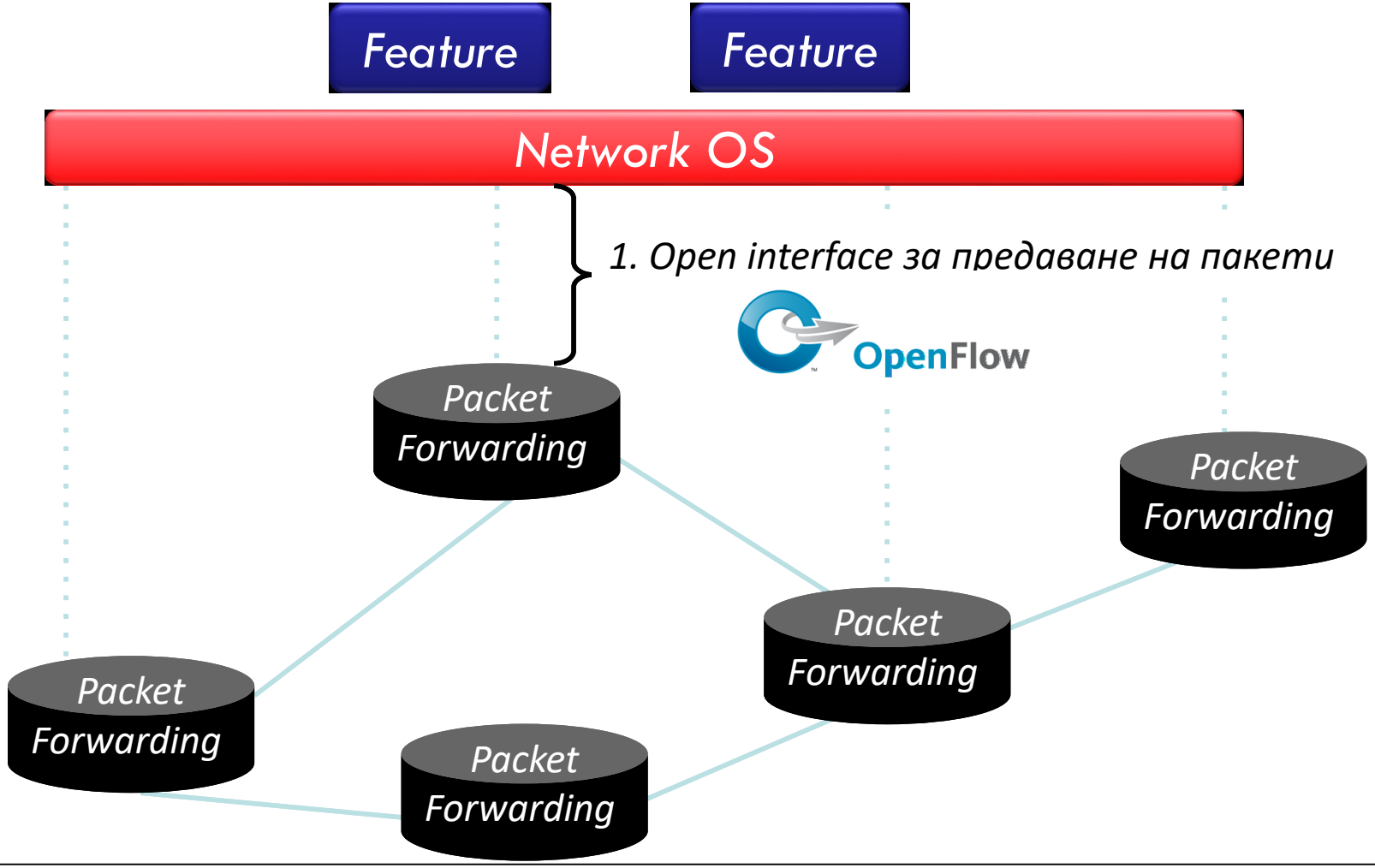
- **Разпределена система, която създава еднороден, актуален изглед на мрежата**

- Изпълнява се върху сървъри (контролери) в мрежата
- NOX, ONIX, Maestro …

Използва абстракция за прехвърляне:

- Получава информация за състоянието ***от*** forward елементите
- Издава контролни директиви ***към*** forward елементите

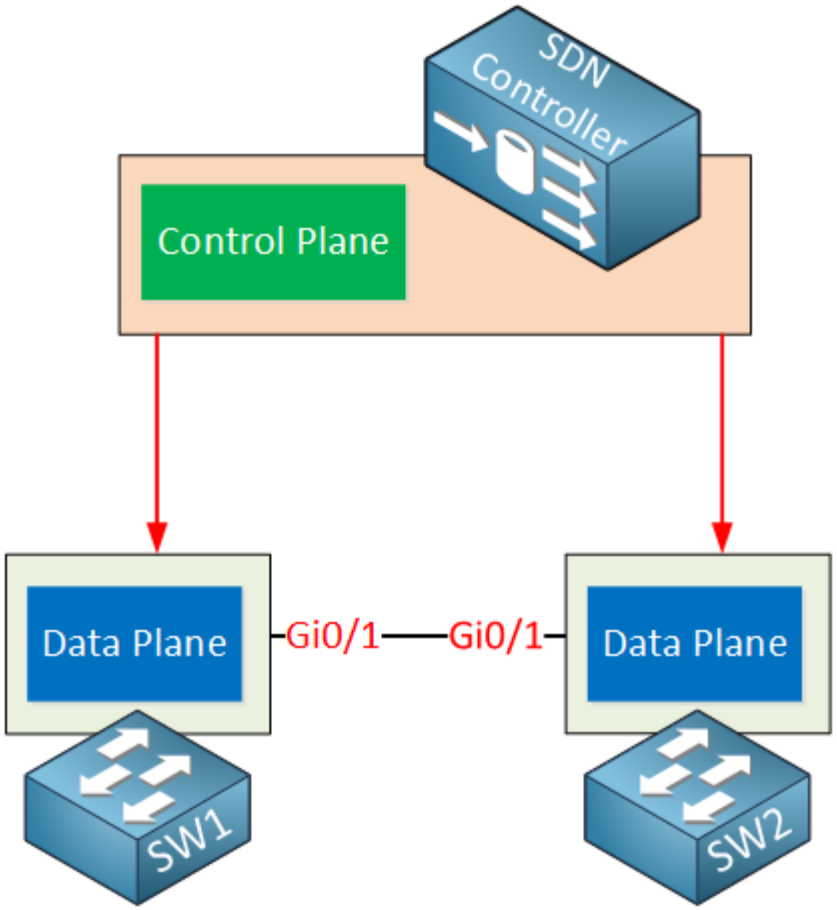
Мрежова ОС


Feature
Feature
Network OS
1. Open interface за предаване на пакети
OpenFlow
Packet Forwarding
Packet Forwarding
Packet Forwarding
Packet Forwarding
Packet Forwarding

SDN контролер

- **Оперира на базата на изглед на цялата мрежа**

- Вход: глобален изглед на мрежата
- Изход: конфигурация на всяко мрежово устройство

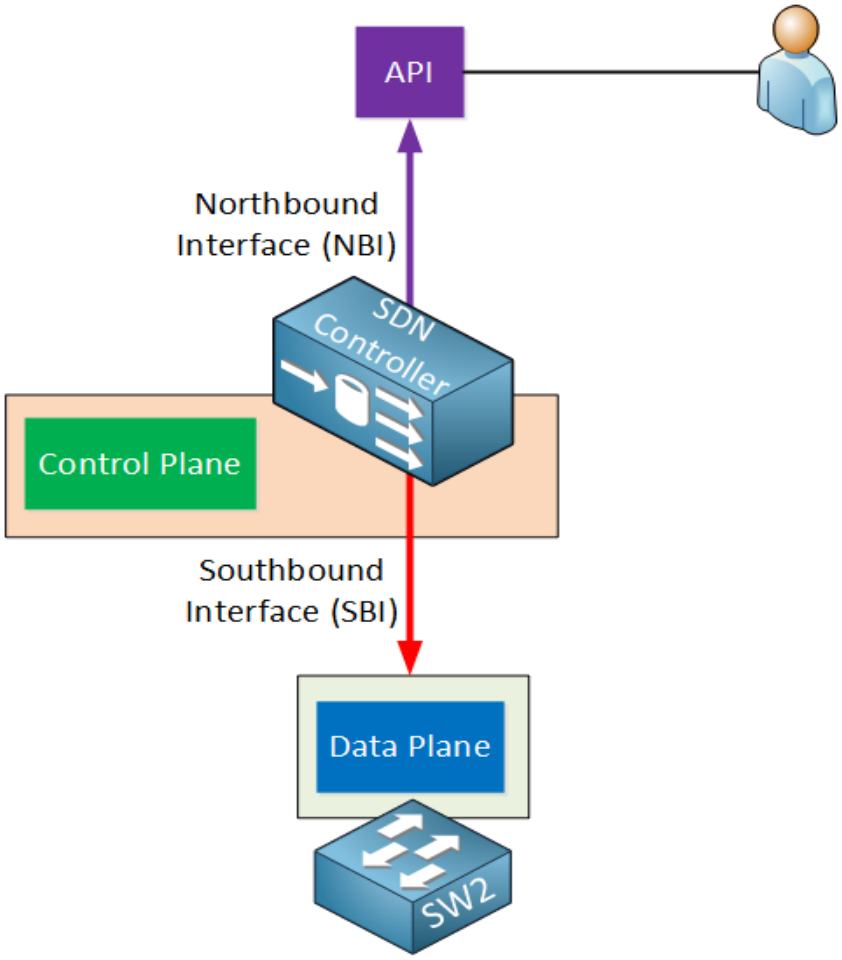


Комуникация на SDN контролер

Комуникация с мрежата

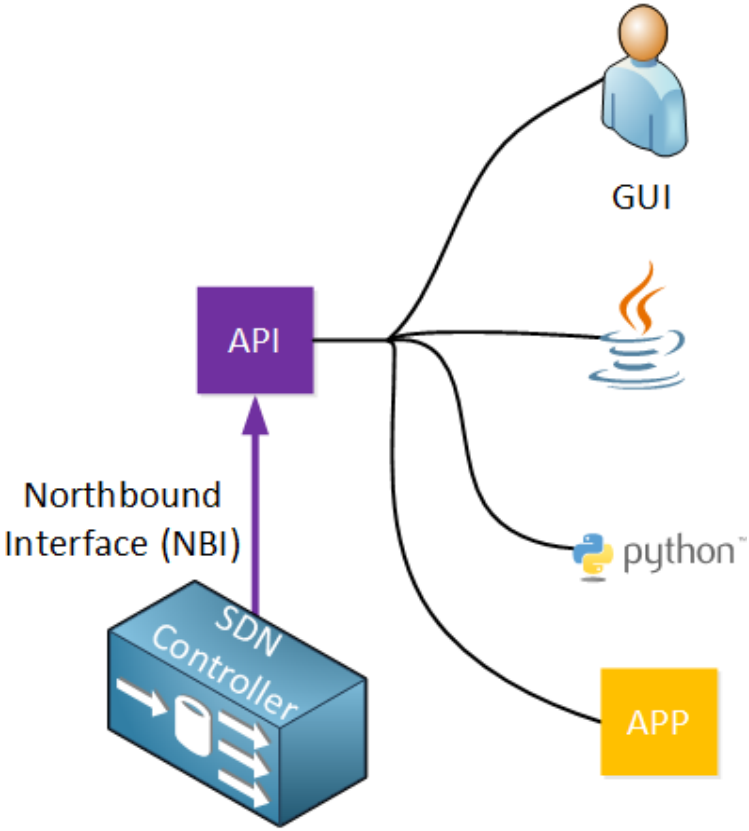
- Southbound interface
- Northbound interface

Софтуерни интерфейси, реализирани чрез API



Достъп до SDN контролер

Чрез API множество приложения могат да имат достъп до контролера (GUI, скриптове).



REST API

Контролерите типично използват **Representational State Transfer (REST)**:

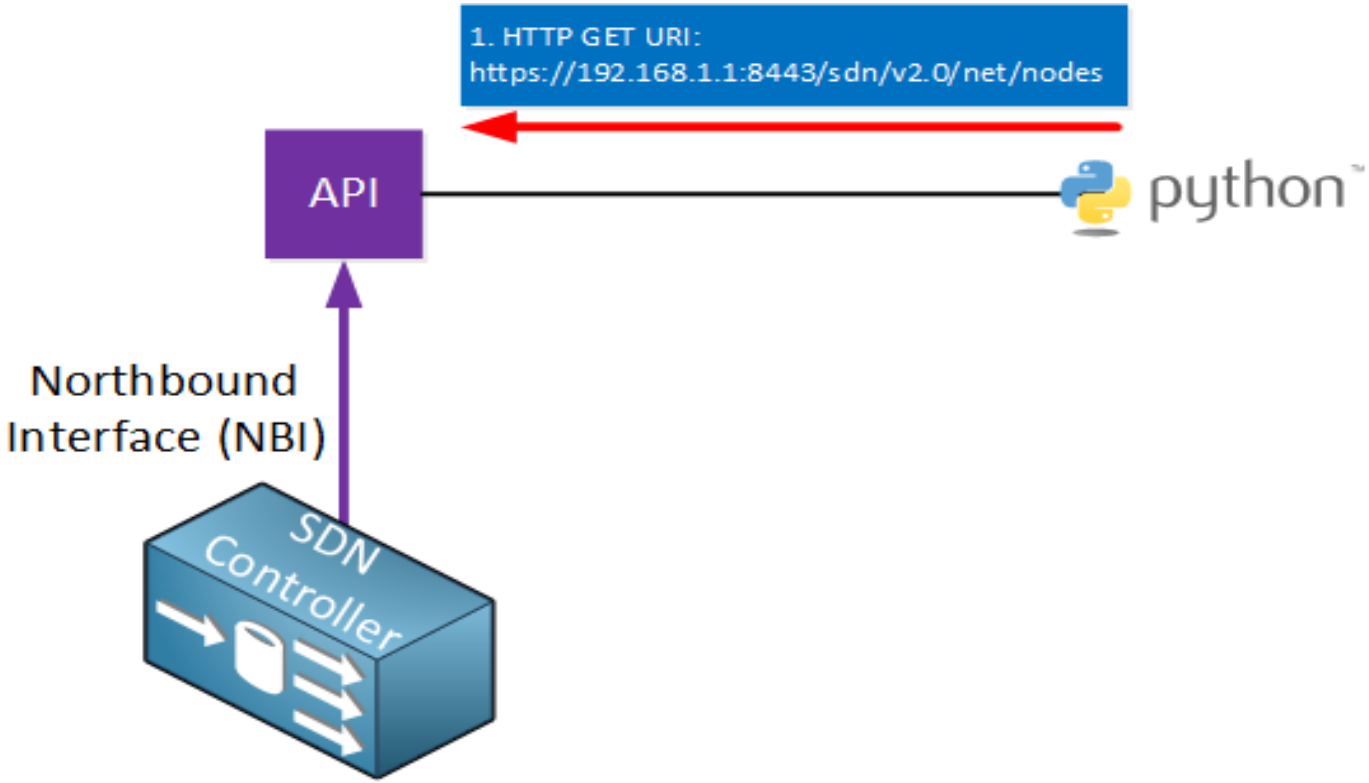
- HTTP GET
- HTTP POST/PUT

Информацията се получава във формат на:

- JSON
- XML

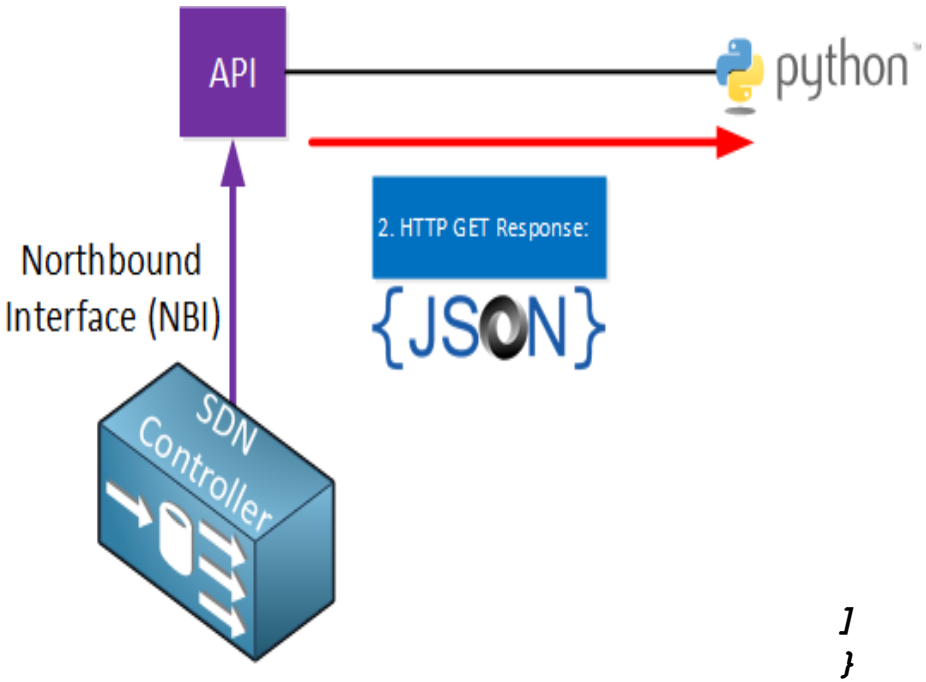
REST API - пример

Получаване на информация за възлите в мрежата



REST API - пример

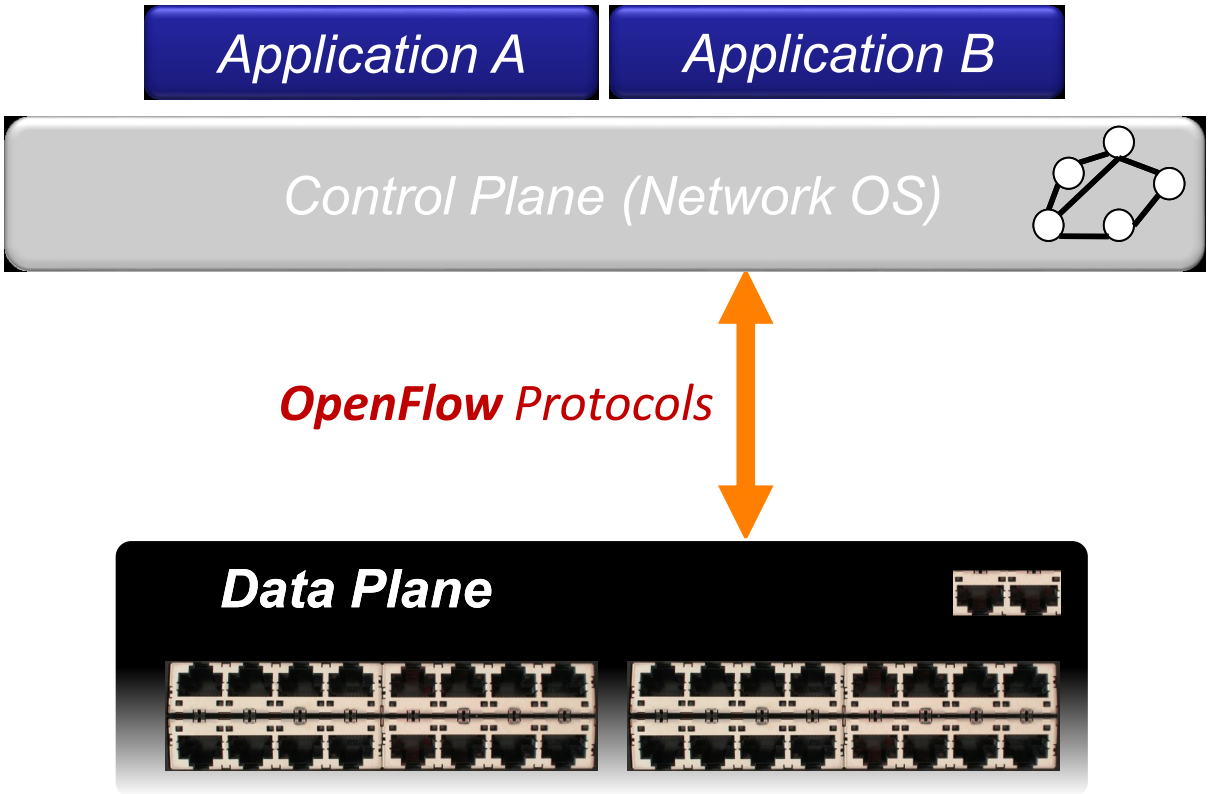
Получаване на информация за възлите в мрежата




```
{
        "nodes": [
                {
                "ip": "172.16.1.1",
                "mac": "fa16.3e5d.f1f4",
                "vid": 0,
                "dpid": "00:00:00:00:00:00:00:03",
                "port": 1
        }, {
                "ip": "172.16.1.2",
                "mac": "fa16.3e5d.f1f5",
                "vid": 0,
                "dpid": "00:00:00:00:00:00:00:03",
                "port": 2
        }
]
}
```

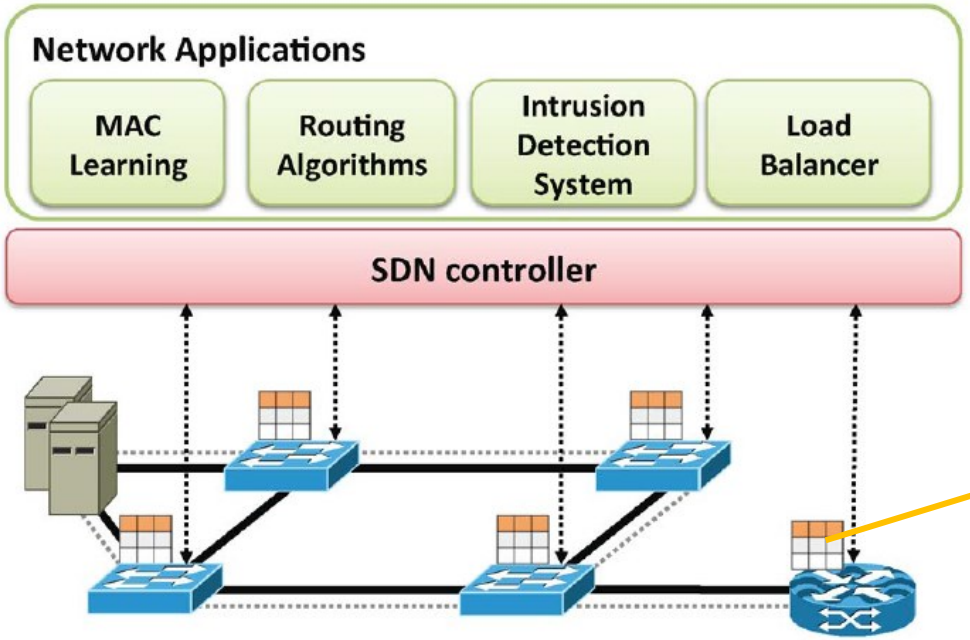
Open Flow

Комуникационен интерфейс между control и data plane

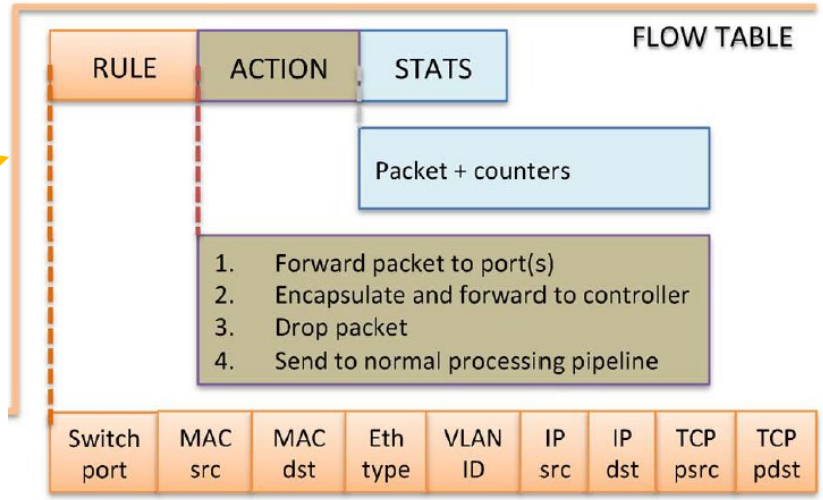


Функциониране на Open Flow

Контролерът управлява мрежовия трафик (потока) чрез манипулиране на flow таблиците на комутаторите.



Flow таблица (3 секции)

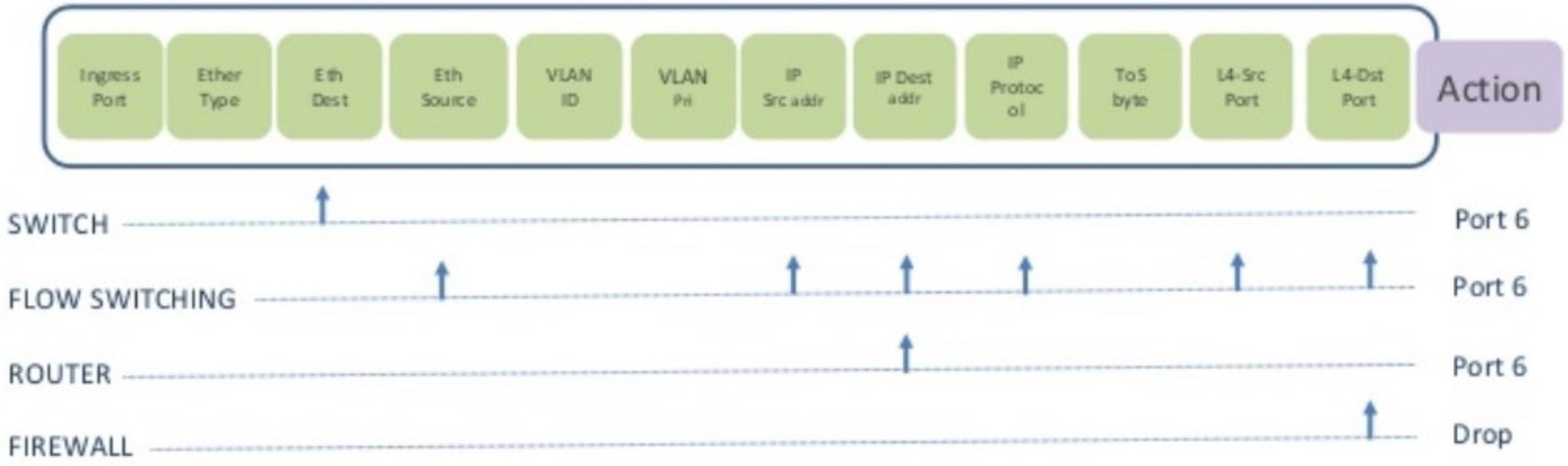


Функциониране на Open Flow

- При получаване на пакет в комутатора се проверява за съвпадение на хедъра с полетата от flow таблицата (RULE)
- При съвпадение, изпълняват се действията (ACTION) и се актуализират броячите (STATS)
- Ако няма съвпадение, комутаторът запитва контролера като изпраща съобщение с хедъра на пакета

Гъвкавост при съвпаденията

- Възможността за съвпадение за нива 1-4 на OSI позволява комутаторът да се проявява като различни мрежови устройства



Flow таблица

Port	Src MAC	Dst MAC	VLAN ID	Priority	EtherType	Src IP	Dst IP	IP Proto	IP ToS	Src L4 Port ICMP Type	Dst L4 Port ICMP Code	Action	Counter
*	*	0A:C8:*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Port 1	102
*	*	*	*	*	*	*	192.168.*.*	*	*	*	*	Port 2	202
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	21	21	Drop	420
*	*	*	*	*	*	*	*	0x806	*	*	*	Local	444
*	*	*	*	*	*	*	*	0x1*	*	*	*	Controller	1

Основни действия

- **All** – към всички интерфейси без от който идва
- **Controller** – пакетиране и изпращане към контролера
- **Local** – изпраща към локалния мрежови стек
- **Table** – извършва действия във следващата свързана flow таблица (ако има множество таблици)
- **In_port** – изпраща обратно по входящия порт
- **Normal** – препраща, използвайки традиционния Ethernet
- **Flood** – изпраща през STP портовете без от който идва

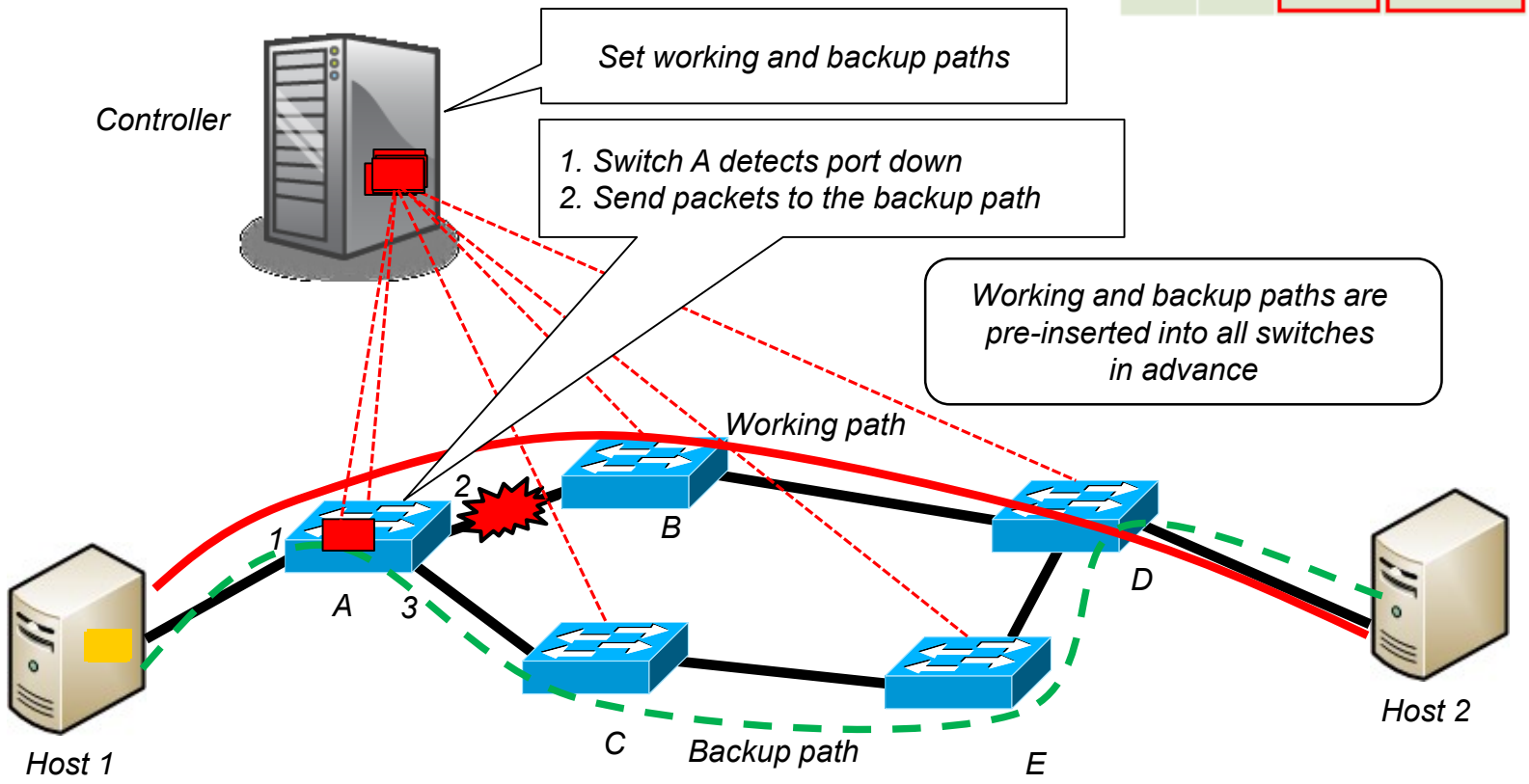
Основна статистика

Per Table	Per Flow	Per Port	Per Queue
Active Entries	Received Packets	Received Packets	Transmit Packets
Packet Lookups	Received Bytes	Transmitted Packets	Transmit Bytes
Packet Matches	Duration (Secs)	Received Bytes	Transmit overrun errors
	Duration (nanosecs)	Transmitted Bytes	
		Receive Drops	
		Transmit Drops	
		Receive Errors	
		Transmit Errors	
		Receive Frame Alignment Errors	
		Receive Overrun erorrs	
		Receive CRC Errors	
		Collisions	

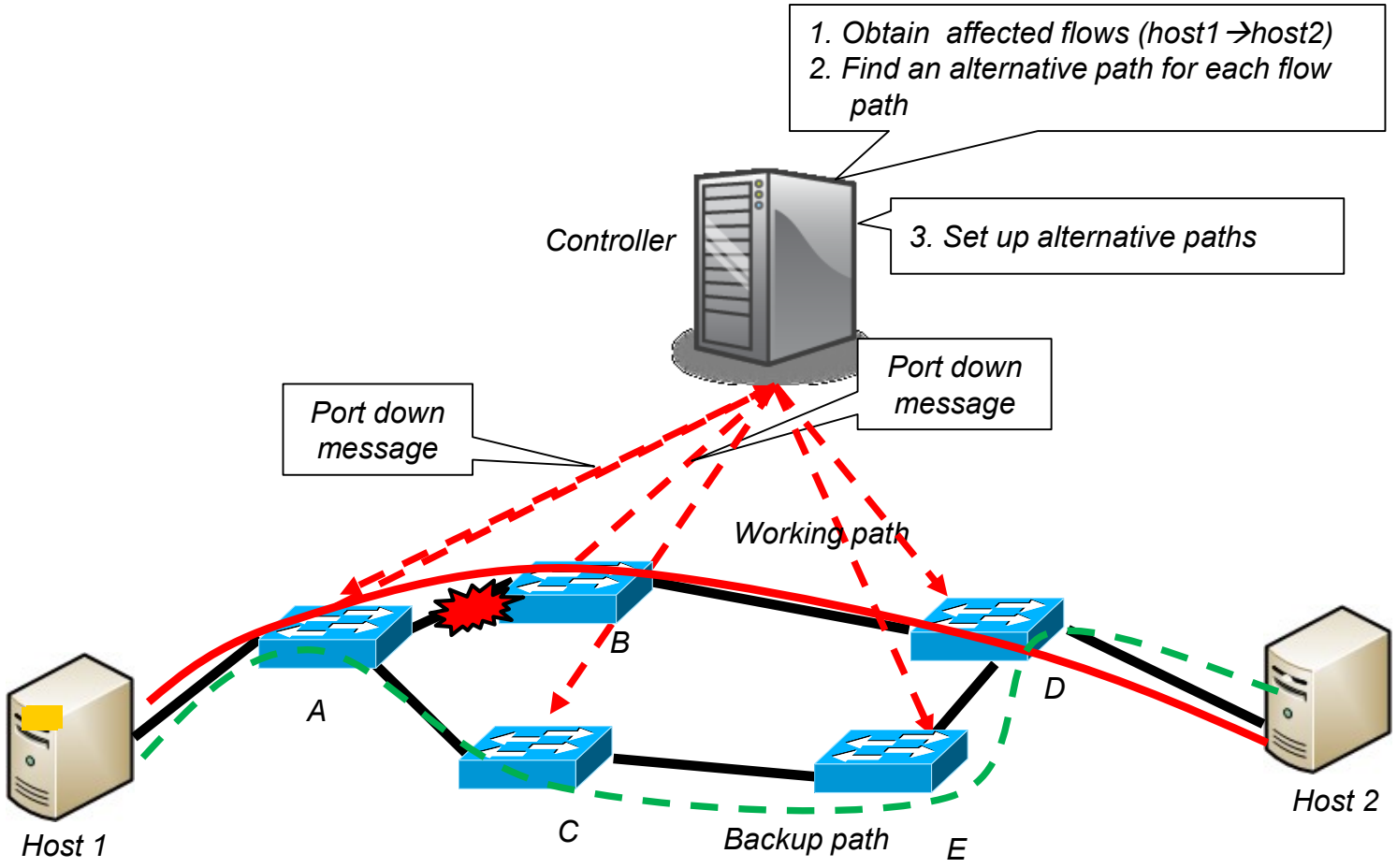
Отказоустойчивост – откриване на отказ

Flow table A

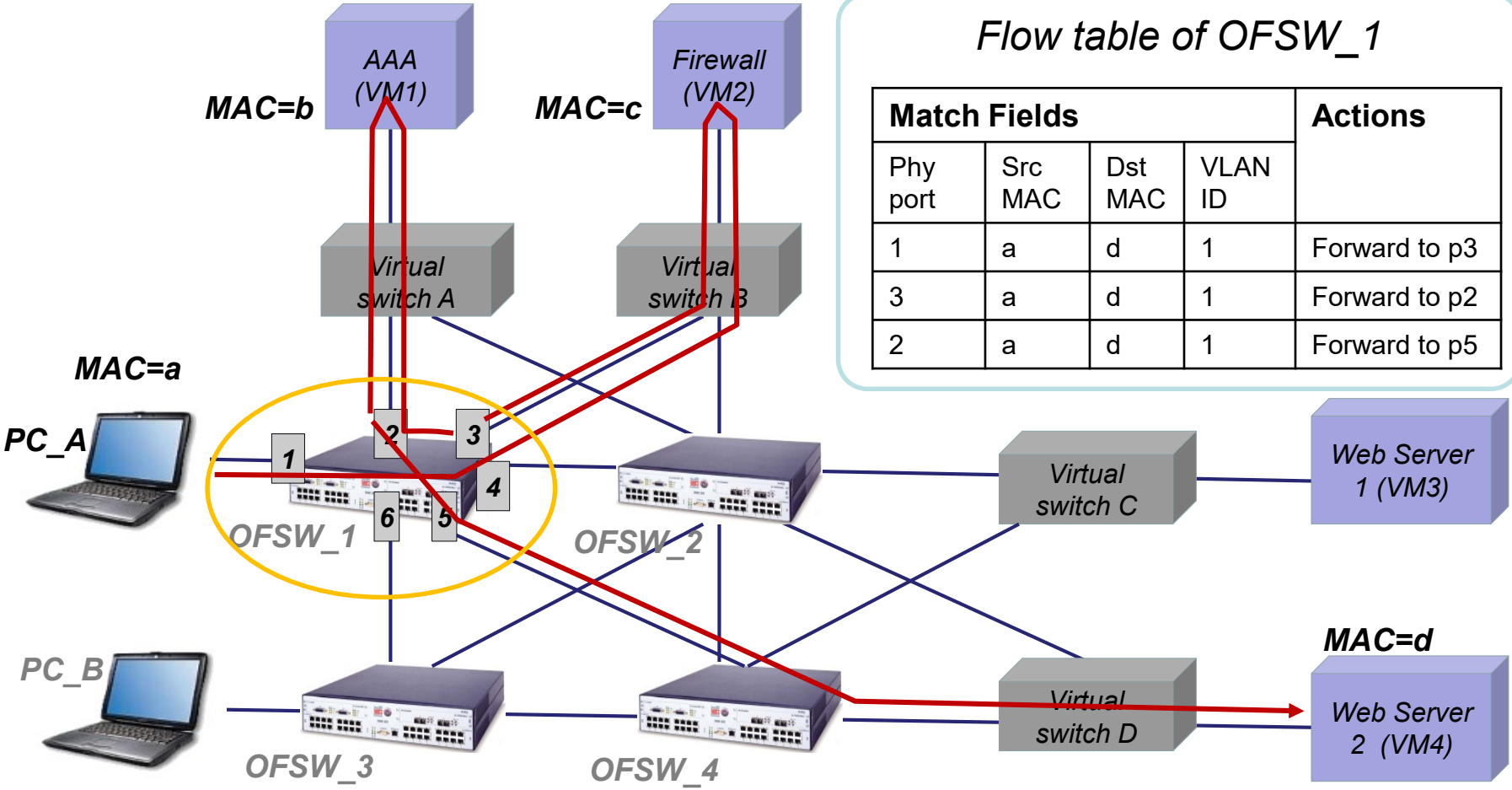
src	dst	Out port	Failover port
h1	h2	2	3



Отказоустойчивост - възстановяване



Пример за Open Flow

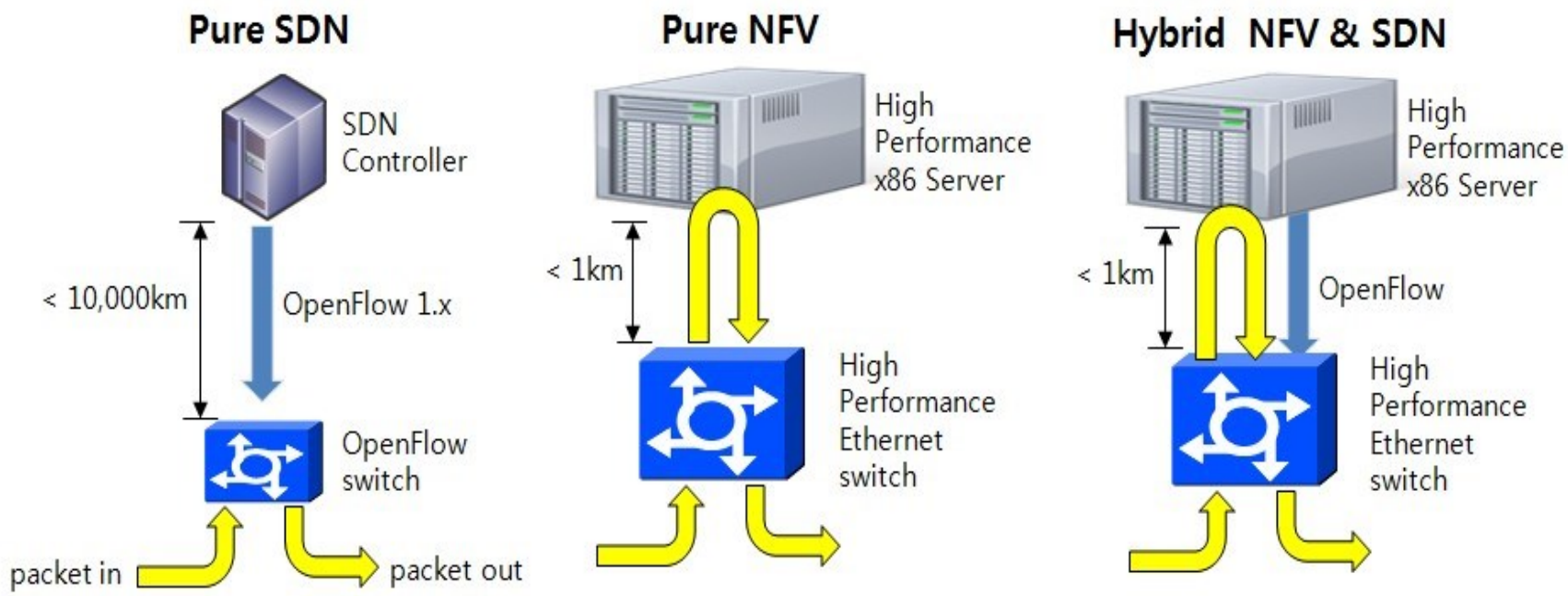


Flow table of OFSW_1

Match Fields				Actions
Phy port	Src MAC	Dst MAC	VLAN ID	
1	a	d	1	Forward to p3
3	a	d	1	Forward to p2
2	a	d	1	Forward to p5

Network Function Virtualization

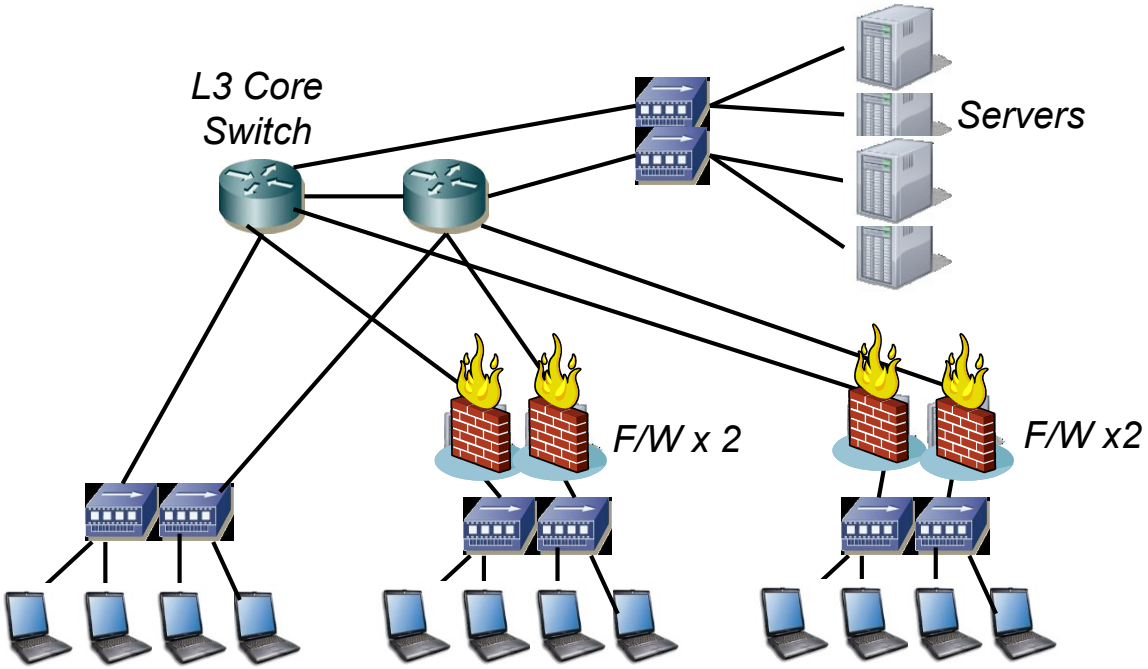
- NFV е архитектурна концепция
- Виртуализира класове функции на мрежови възли в изграден блок, като позволява свързване за създаване на комуникации и предоставяне на услуги.



Изграждане на инфраструктура с NFV

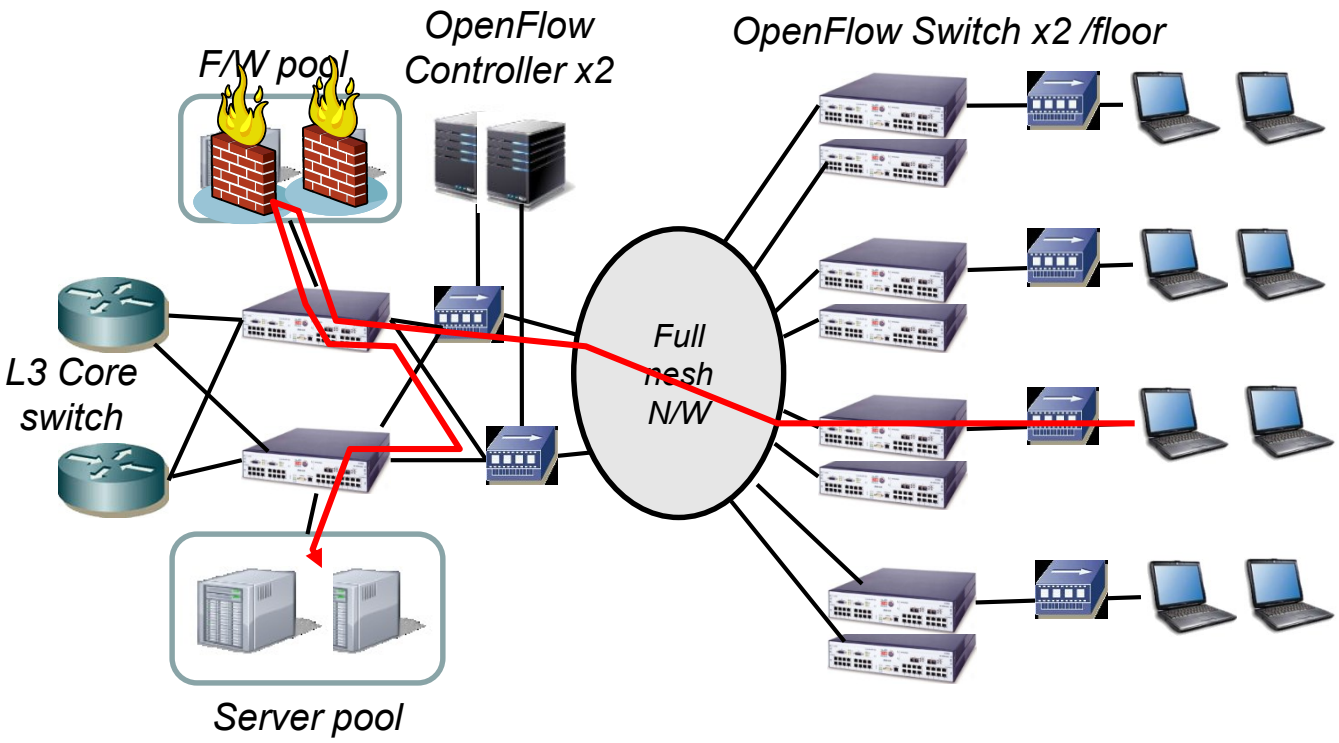
Класическа инфраструктура:

- Грешки при конфигурация
- Окабеляване при включване на ново оборудване
- Трудно се открива мястото на отказ



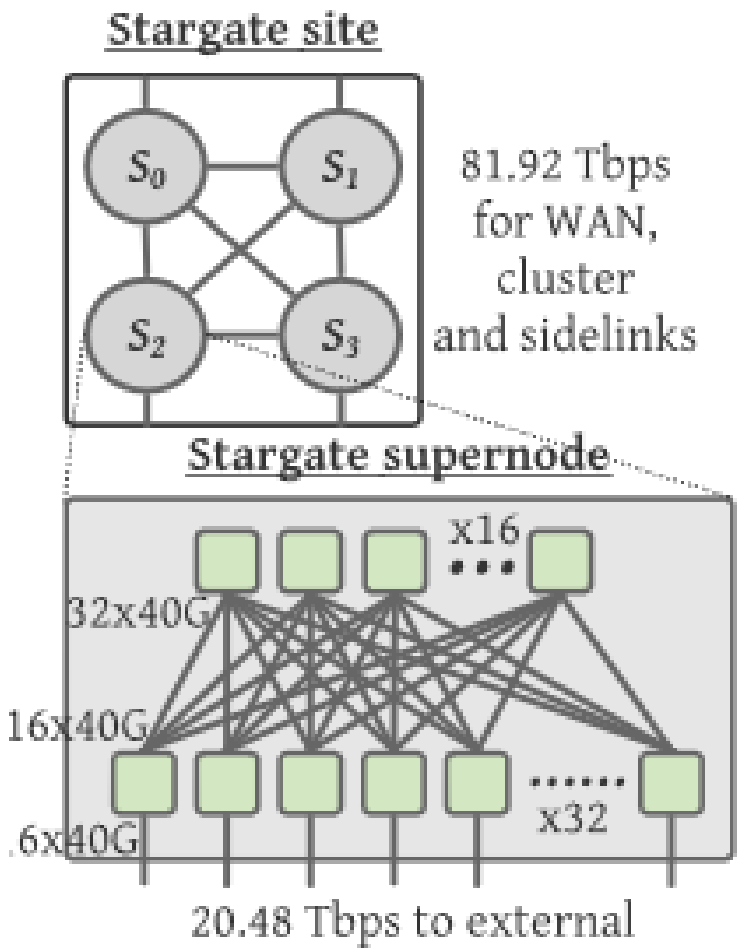
Изграждане на инфраструктура с NFV

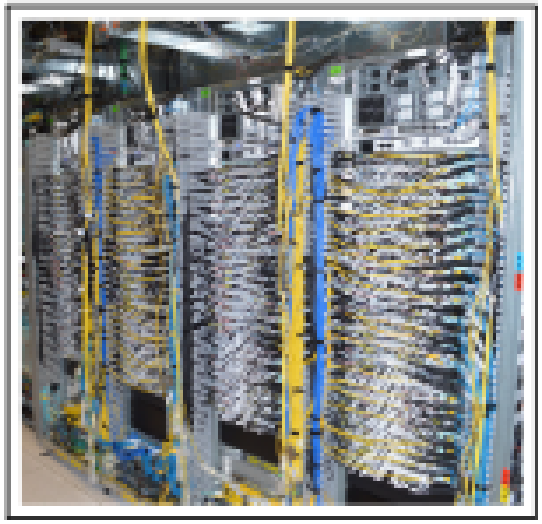
- Намаляване на капиталовите и оперативни разходи
- Ефективно използване на мрежовите ресурси



B4: Software Defined inter-datacenter WAN

B4: Stargate site





Въпроси?