Felhő alapú hálózatok (VITMMA02)
Hálózat virtualizálás: Overlay hálózatok
OpenStack Neutron Networking

Dr. Maliosz Markosz

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Távközlési és Médiainformatikai Tanszék

2020. tavasz

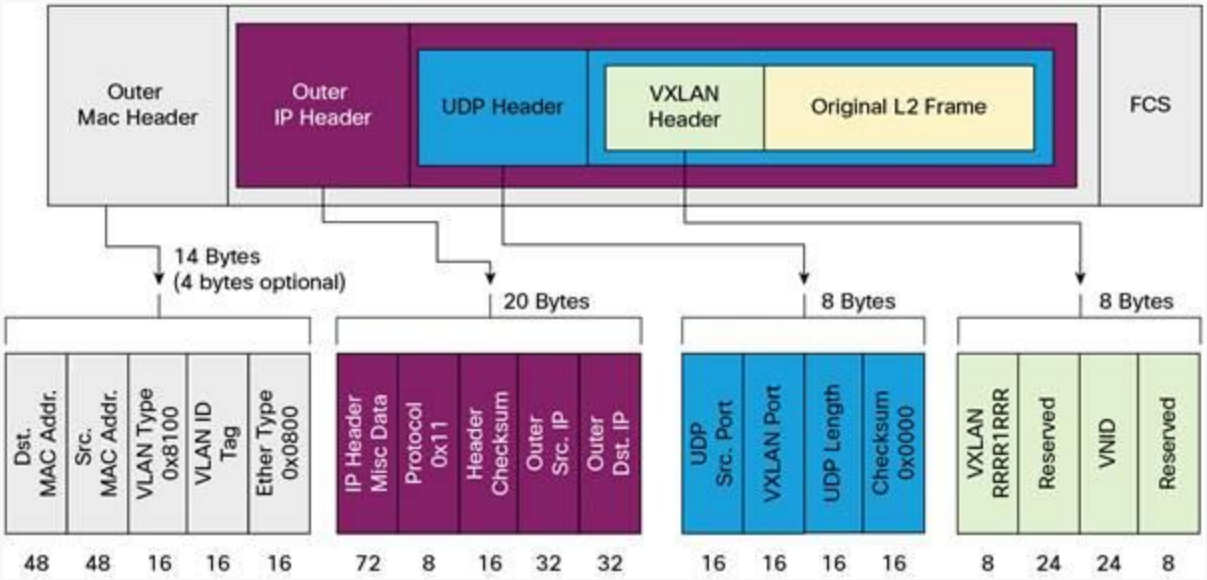
OVERLAY HÁLÓZATOK

Hálózat virtualizáció

- Ügyfél szintű szeparáció támogatás
  - Virtual Extensible LAN (VXLAN) – RFC 7348
    - Cisco, VMware
    - virtuális L2 hálózati forgalom átvitele L3 fizikai hálózaton
  - Network Virtualization using Generic Routing Encapsulation (NVGRE)
    - Microsoft, Intel, HP, Dell
  - Generic Network Virtualization Encapsulation (GENEVE)
    - a fenti kettő fúziója
  - Stateless Transport Tunneling (STT)
    - Nicira ⇨ VMware

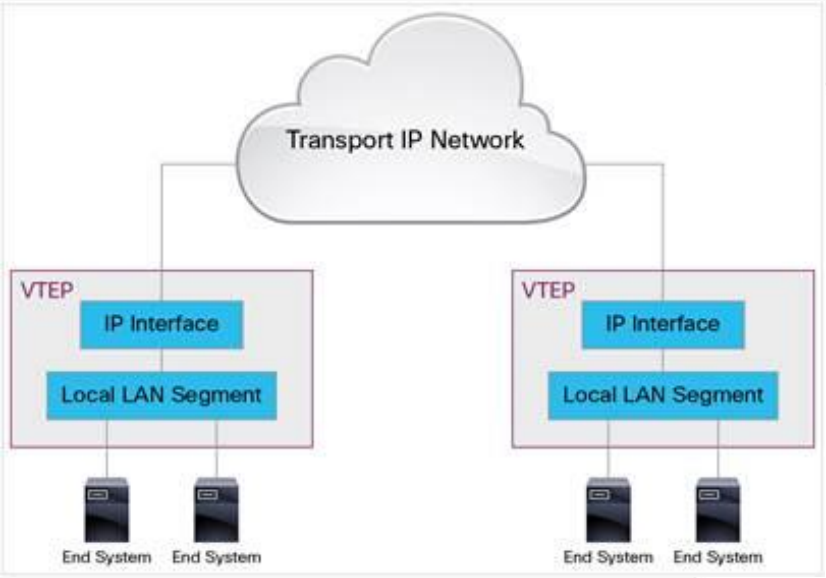
VXLAN

- ügyfél eredeti L2 kerete
  - eredeti MAC címmel és VLAN címkével
- MAC-in-UDP
- VXLAN és UDP fejléc
  - VXLAN network ID (VNID) – ez azonosítja az ügyfelet
    - 24 bit ⇨ 16 millió ügyfél
- fizikai hálózat: IP útvonalválasztás (Layer3)

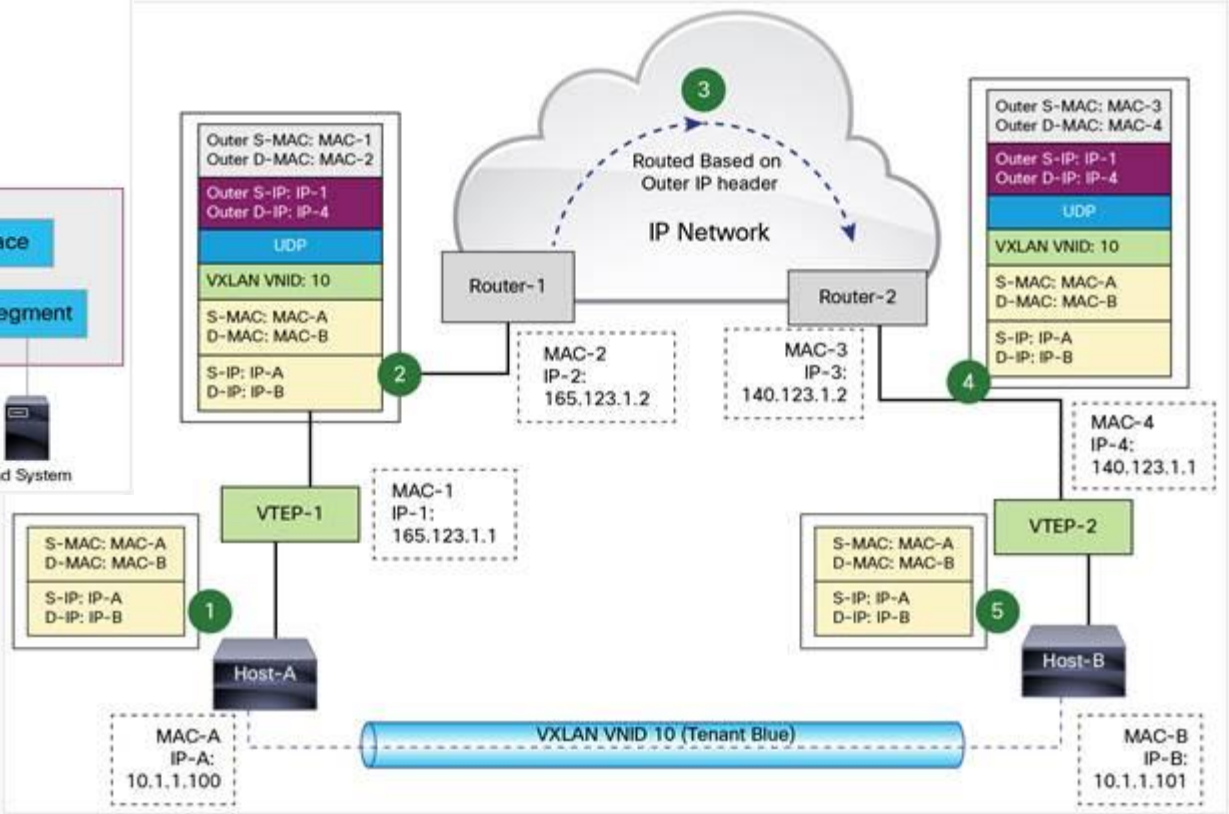


VXLAN

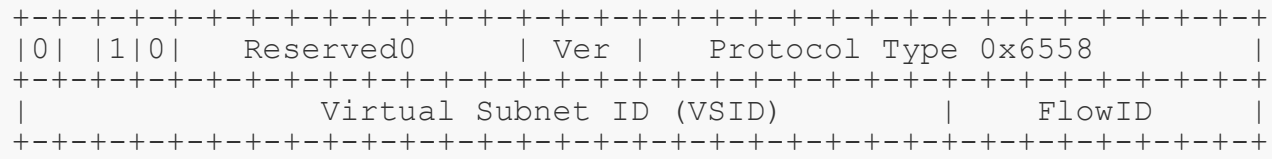
- VXLAN Tunnel End Point (VTEP)
- MAC-to-VTEP táblák tanulás útján (IP multicast)
  - egy VNI összes VTEP-je egy multicast csoportban



ECMP



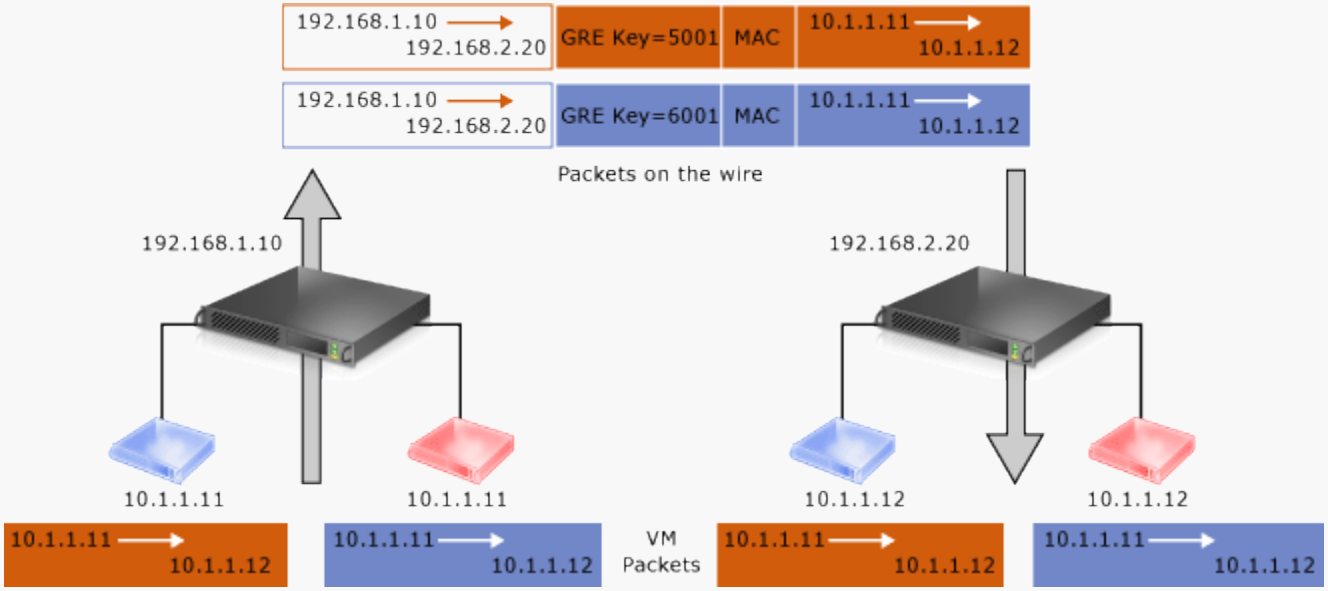
NVGRE

- hasonló a VXLAN-hoz
- alapja: Generic Routing Encapsulation (GRE)
  - általános fejléc
  - sok különböző protokollra
  - pont-pont kapcsolat
- NVGRE
  - GRE fejléc
  - 

    - Virtual Subnet Identifer (VSID) 24 bit ⇨ 16 millió ügyfél
    - FlowID: opcionális, egyedi folyamazonosító
      - ECMP hash számításhoz
  - belül nincs VLAN címke (vagy levételre kerül)
    - VSID-be kódolják

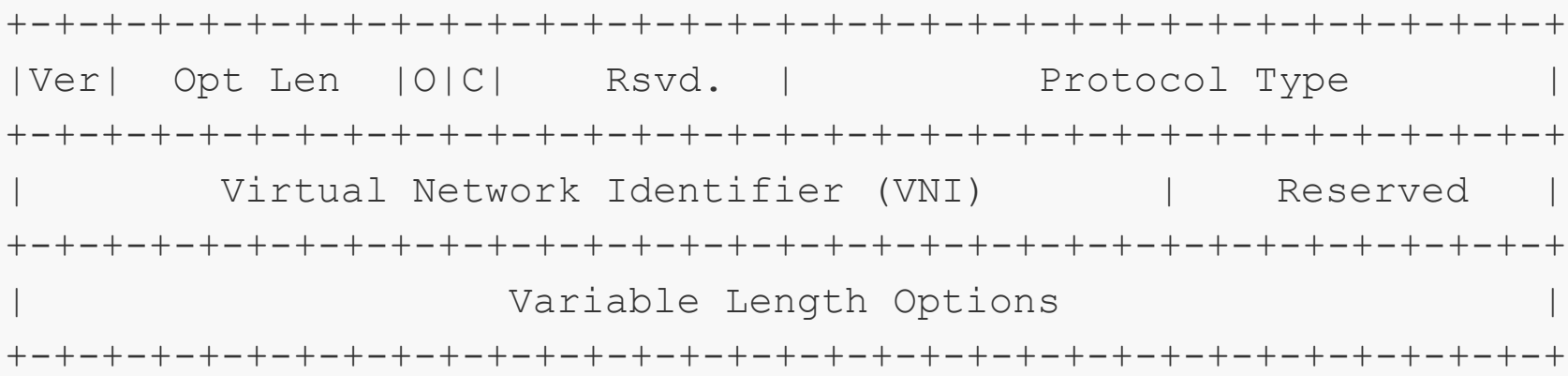
NVGRE

- Network Virtual Endpoint (NVE)
  - VSID és DMAC alapján a címzetthez kapcsolódó NVE IP címére küldés
- az Internet draft nem specifikálja
  - a cím információk terjesztését
  - VLAN információ helyreállítását



Generic Network Virtualization Encapsulation

- MAC-in-UDP over IPv4/IPv6
- univerzális, kiterjeszthető megoldási javaslat
- csak a beágyazási formátumot definiálja
- opcionális mezők
  - nem fix mezőhosszak, rugalmasság
- Geneve fejléc:

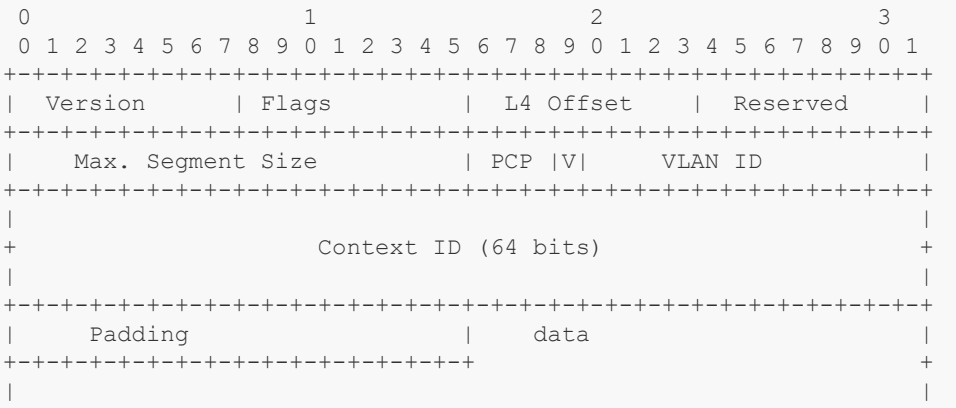


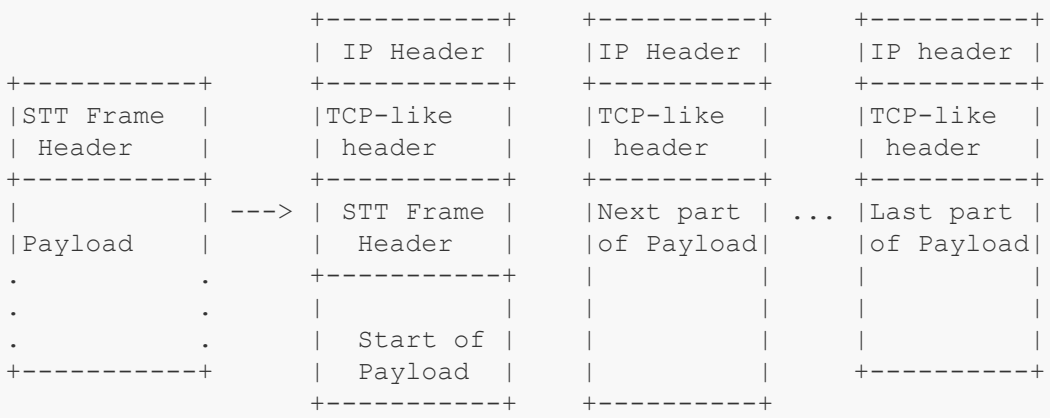
Alagút végződés helye

- hypervisor/vSwitch-ben
  - ez az általánosan használt megoldás
  - legközelebb a VM-ekhez, könnyű az ügyfél azonosítás
  - CPU erőforrás
  - TCP segmentation offload (TSO), checksum offload támogatás kérdéses
- fizikai hálózati kártyán
  - offload támogatás a tunnel protokoll fejlécre is
  - kevés NIC támogatja
- fizikai kapcsolón
  - forrás VM nem ismert
  - VNID/VSID meghatározásához kell a belső MAC cím

Stateless Transport Tunneling (STT)

- elsődlegesen vSwitch-ek közötti kommunikációra
- komplexebb, mint az előzőek
- max. 64 kbyte-os Ethernet keretet kezel
  - maximum transmission unit (MTU)
  - TCP segmentation offload kihasználása a hálózati kártyán
- STT fejléc
  - 64 bites Context ID mező
- a feldarabolt adatok elé TCP-szerű/IP/Eth fejléc
  - ez alapján állítja össze a nagyméretű keretet





Összehasonlítás

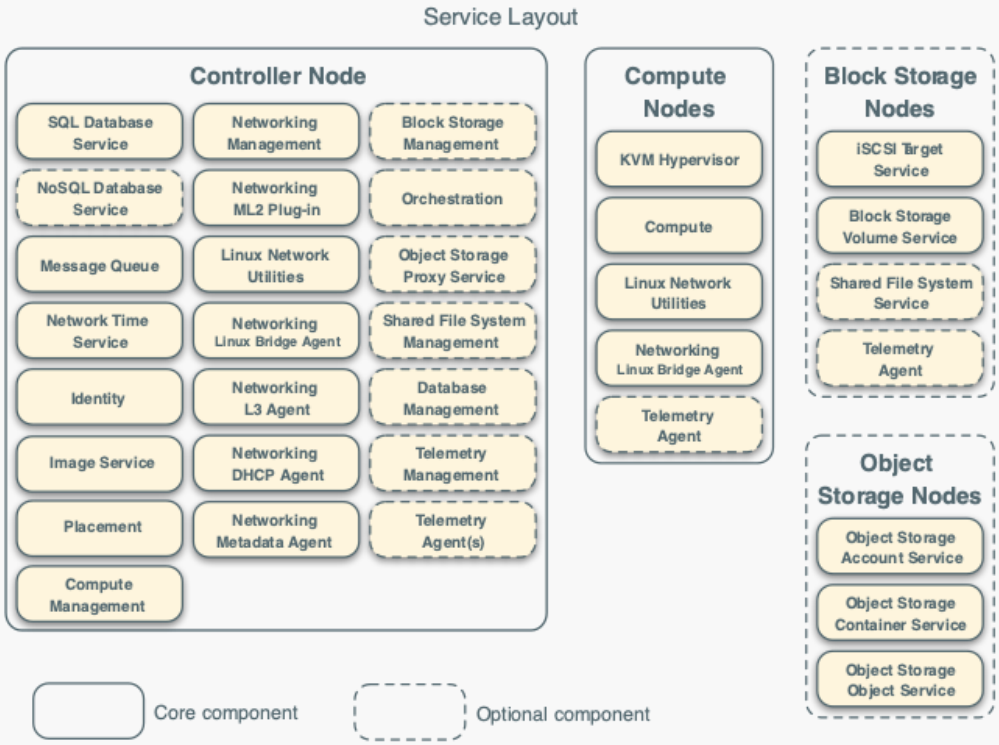
	VXLAN	NVGRE	STT
Plusz bájtok	50 (VLAN: +4)	42 (VLAN: +4)	Első szegmens: 76 Továbbiak: 58 (VLAN: +4)
Protokoll	UDP	GRE	TCP
Ügyfél megkülünböztetés	24 bit VNID	24 bit VSID	64 bit Context ID
ECMP-hez megkülönböztetés (belső⇨külső folyam)	Forrás UPD port	VSID + FlowID (8bit)	Forrás TCP port

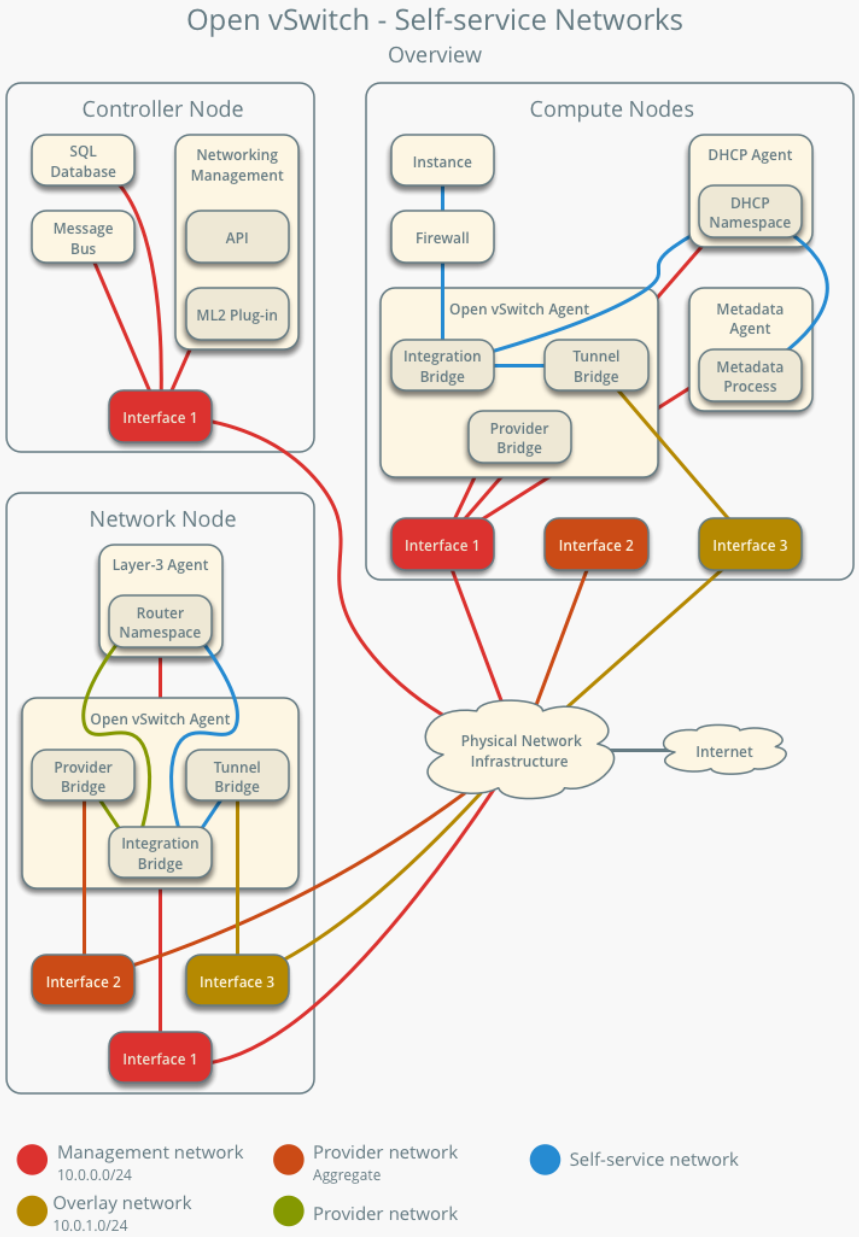
OPENSTACK NEUTRON

OpenStack hálózati architektúra

- „Networking in OpenStack is a complex, multifaceted challenge.” /OpenStack Operations Guide/
- Network as a Service
- feladatok
  - IP címek kezelése
    - statikus, DHCP
    - floating IP
  - virtuális hálózatok kezelése
    - flat, VLAN
  - önkiszolgáló módon
- Neutron
  - plug-in szemlélet
  - SDN/OpenFlow

Neutron network



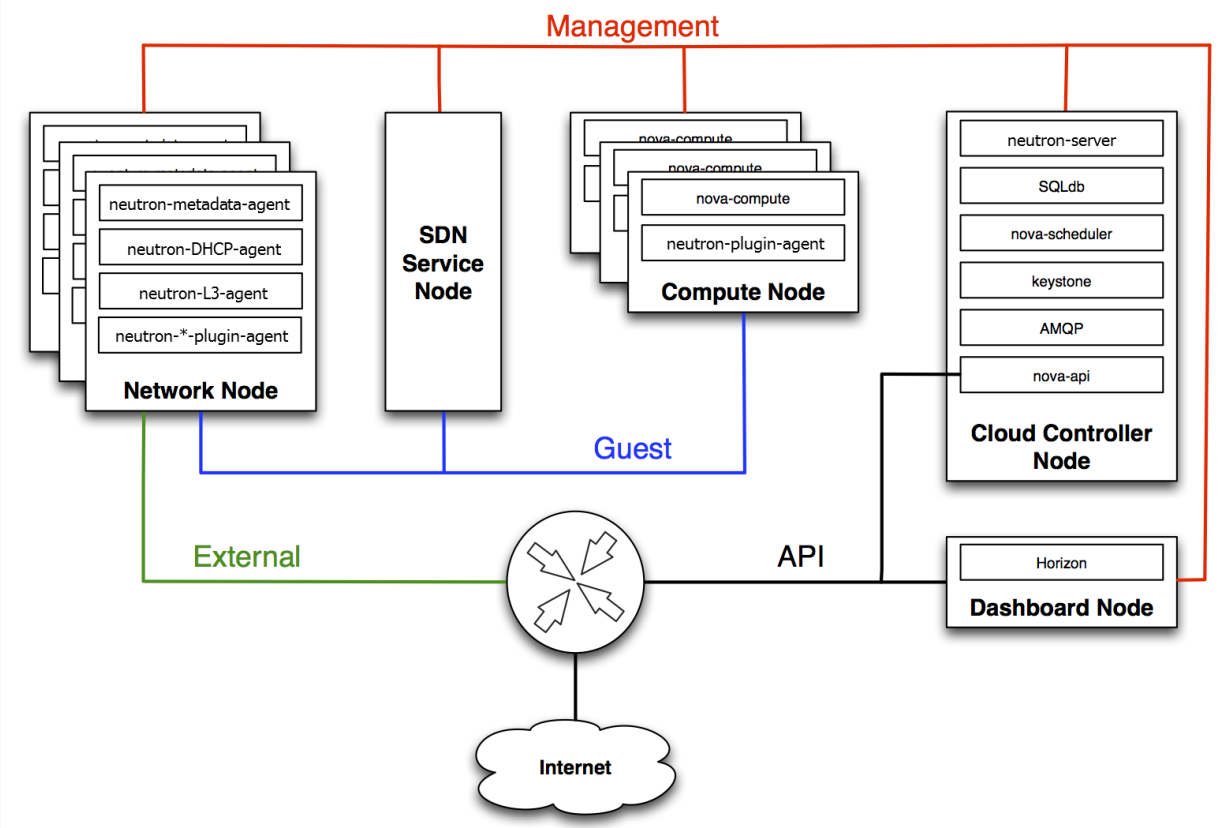


Neutron hálózat absztrakció

- Külső (external) /ez fizikai/ hálózathoz illesztés, pl. Internet
- Belső hálózatok a VM-ek összekötésére
  - virtuális: hálózat, alhálózat, útvonalválasztó
  - VM-hez hozzárendelhető külső floating IP cím, hogy elérhető legyen
- Security groups
  - tűzfal szabályok
  - VM-hez rendelt
- Network virtualization engines
  - Linuxbridge, Open vSvitch, Open Virtual Network (OVN)
- Open vSwitch
  - core plugin
  - br-int (integration bridge)
    - VM-ekhez kapcsolódik
  - br-ex
    - külső hálózathoz kapcsolódik

Neutron komponensek

- szerver + plugin + agent struktúra
  - neutron-server
    - controller node-on fut
    - API kérések kezelése
    - hálózati modell és portokhoz rendelt IP címek beállítása
  - plugin – kiterjesztés: neutron-*-plugin
    - network node-on fut
    - agent-ek menedzselése
  - plugin-agent: neutron-*-agent
    - compute node-on fut
    - menedzseli a lokális virtuális kapcsolót
  - általános agent-ek
    - DHCP: neutron-dhcp-agent
    - L3 agent: neutron-l3-agent
      - L3/NAT funkció a külső hálózat felé
      - megvalósítás: Linux IP stack és iptables



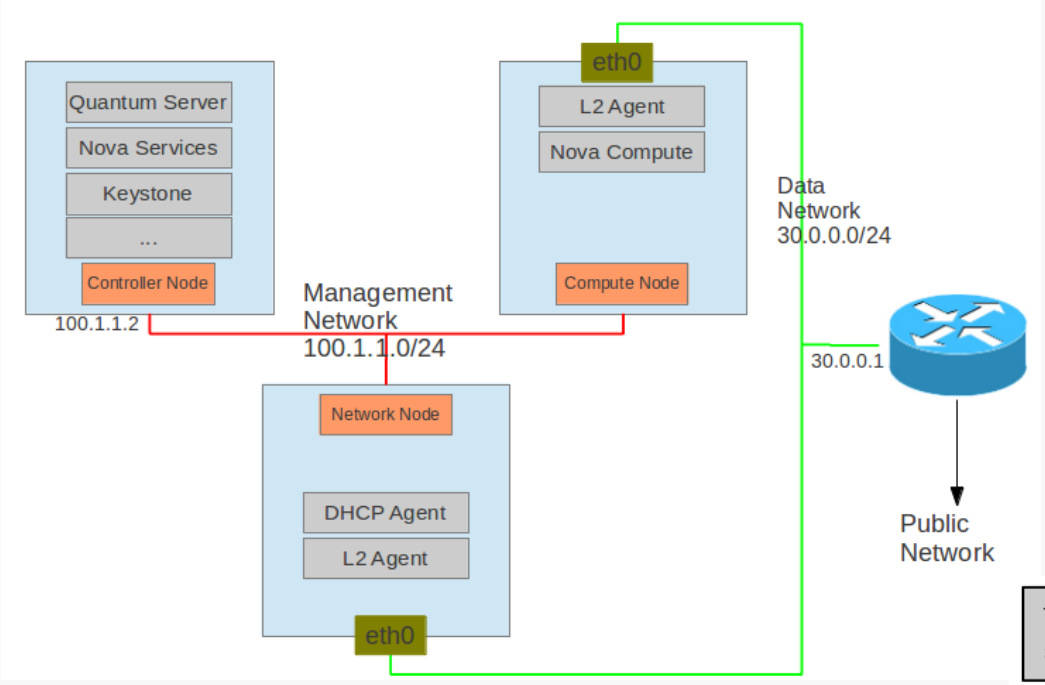
Modular Layer 2 (ML2) plugin

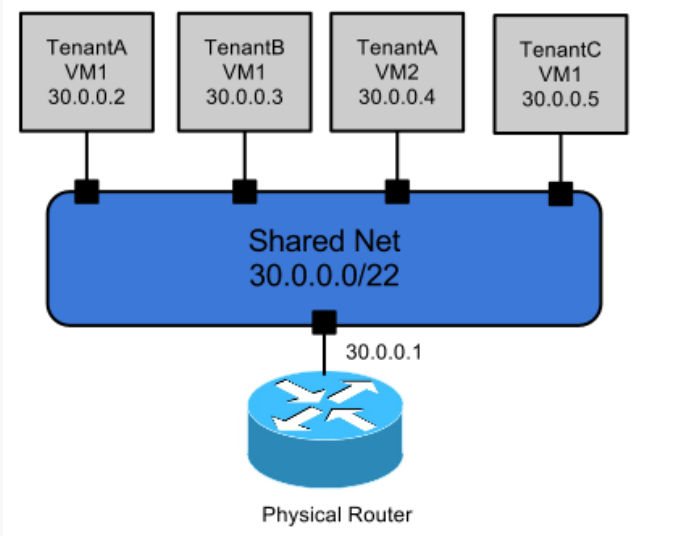
- Különböző L2 hálózati technológiákat kezel egységesen
- Együttműködik az openvswitch, linuxbridge, és Hyper-V L2 agent-ekkel
- Hálózat típusonkénti meghajtók (type drivers)
  - Flat
  - Local (DevStack single box)
  - VLAN
  - GRE
  - VXLAN

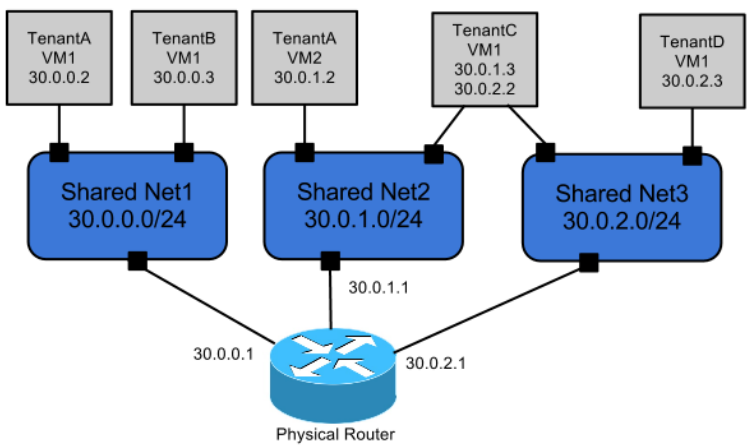
Hálózati névterek

- Network namespaces
  - kernel szintű megoldás, nem csak hálózatokra
    - fájlrendszer, folyamat, felhasználó, stb.
  - izolált Layer2 hálózatok, átlapolódó IP címekkel
  - virtuális interfészek, útválasztók szeparálása
  - pl. dhcp-agent és l3-agent külön névtérben fut
- Gyakorlatban
  - `ip netns`
    - kilistázza a névtereket
  - `ip netns exec <névtér> <névtérre vonatkozó parancs>`
    - pl. `ip netns exec qdhcp-e521f9d0-a1bd-4ff4-bc81-78a60dd88fe5 ip a`

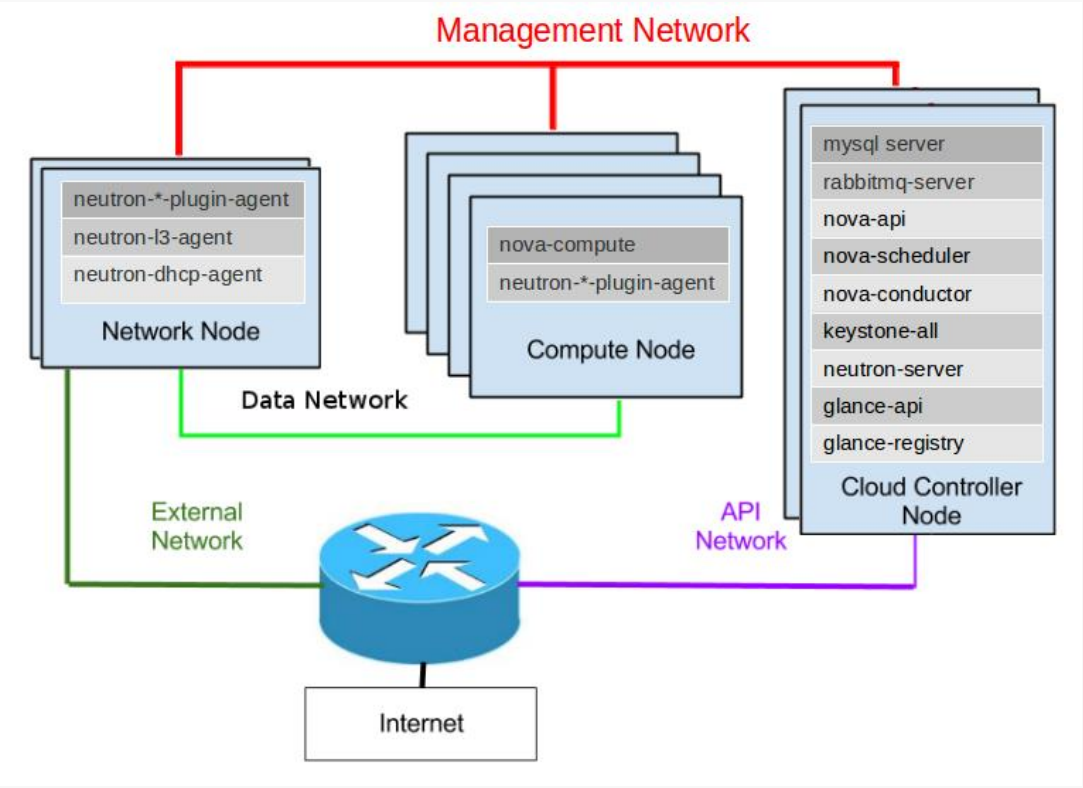
Neutron: single/multiple flat hálózat

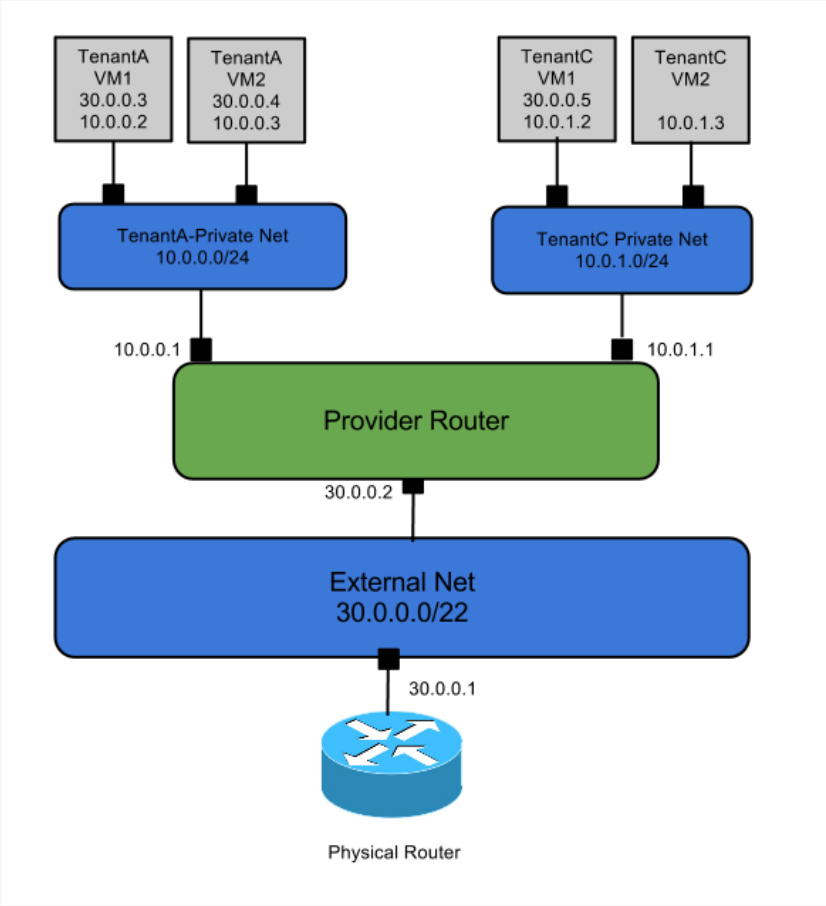




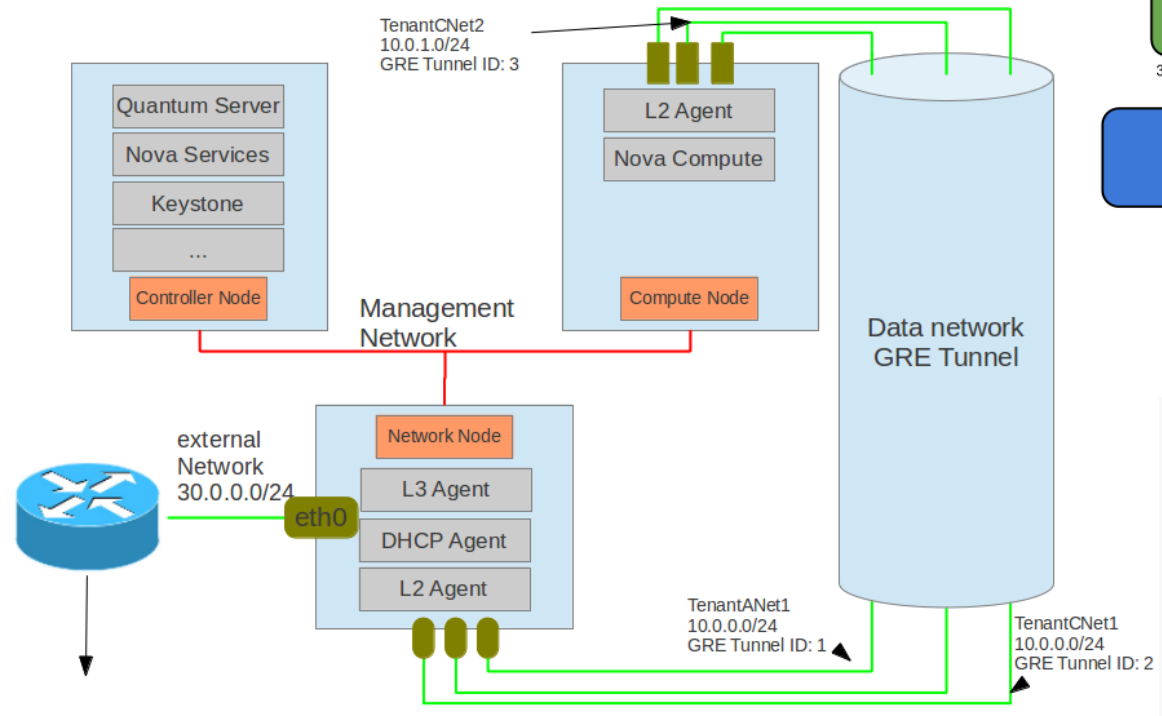


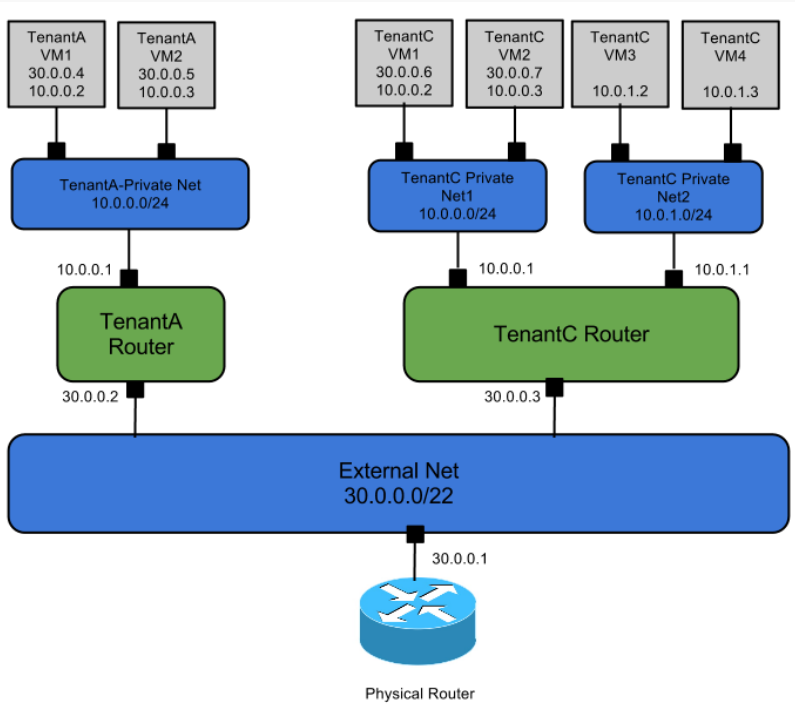
Neutron: szolgáltatói útválasztóval





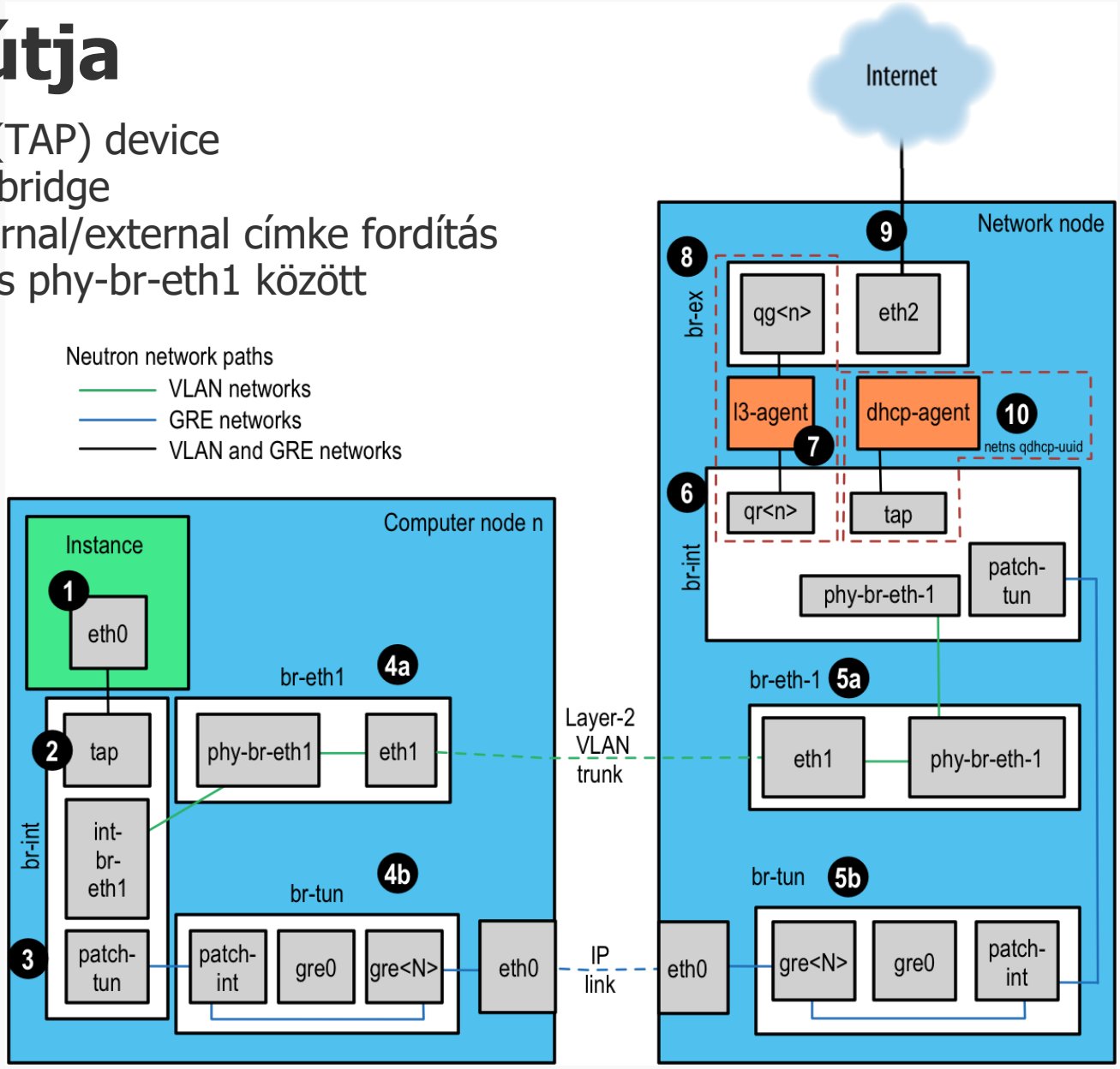
Neutron: ügyfél útválasztókkal





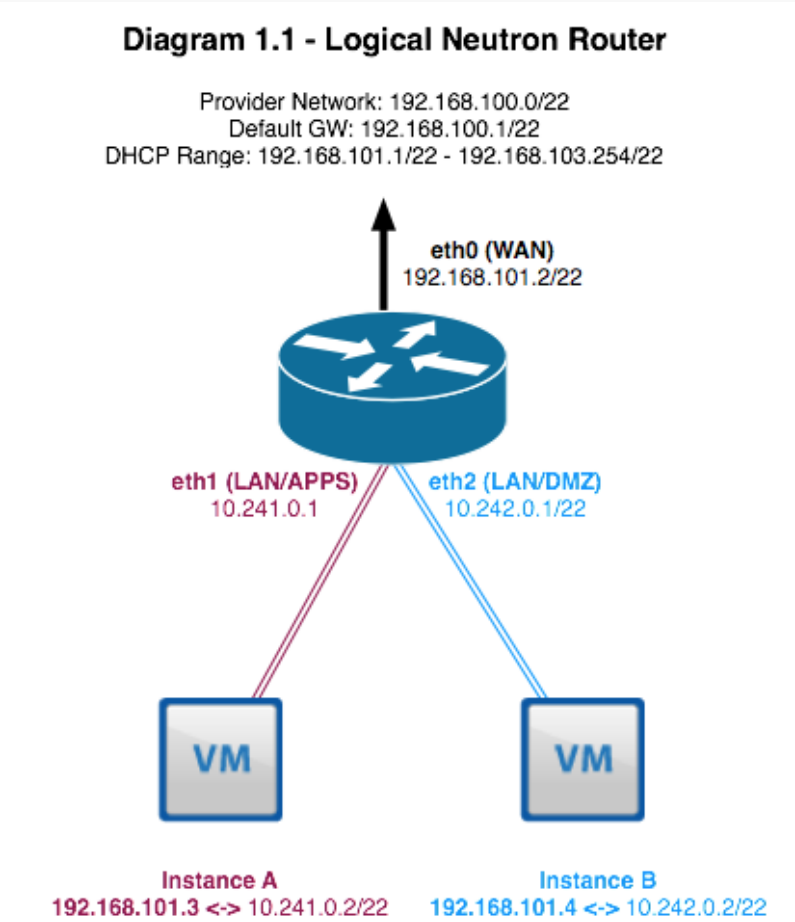
A csomag útja

- Test Access Point (TAP) device
- int-br: integration bridge
- br-eth1: VLAN internal/external címke fordítás
- veth: int-br-eth1 és phy-br-eth1 között



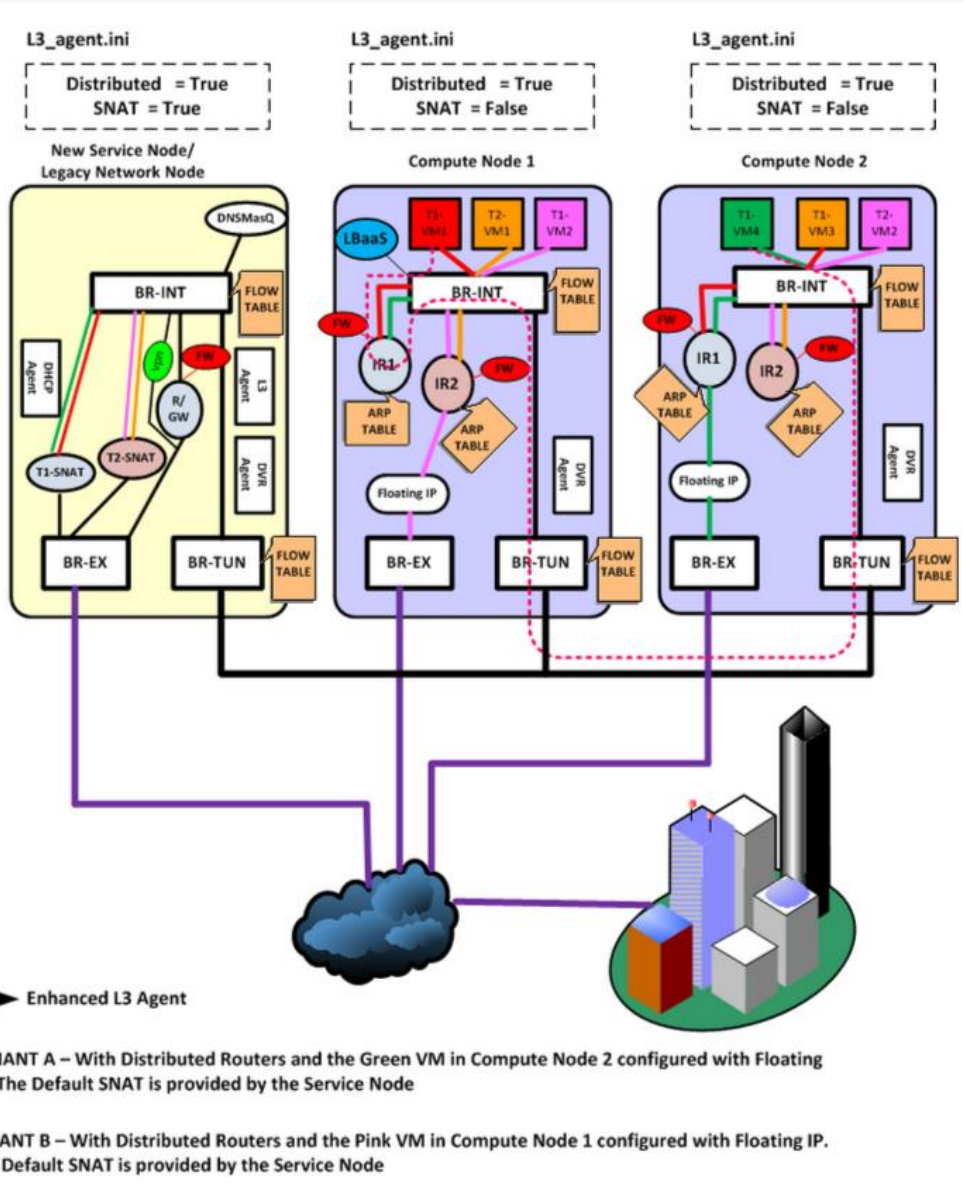
Floating IP

- Neutron útválasztó
  - gateway a VM-eknek
  - iptables/NAT szabályok az útválasztó névterében
  - floating IP címek a fizikai útválsztó publikus címtartományából

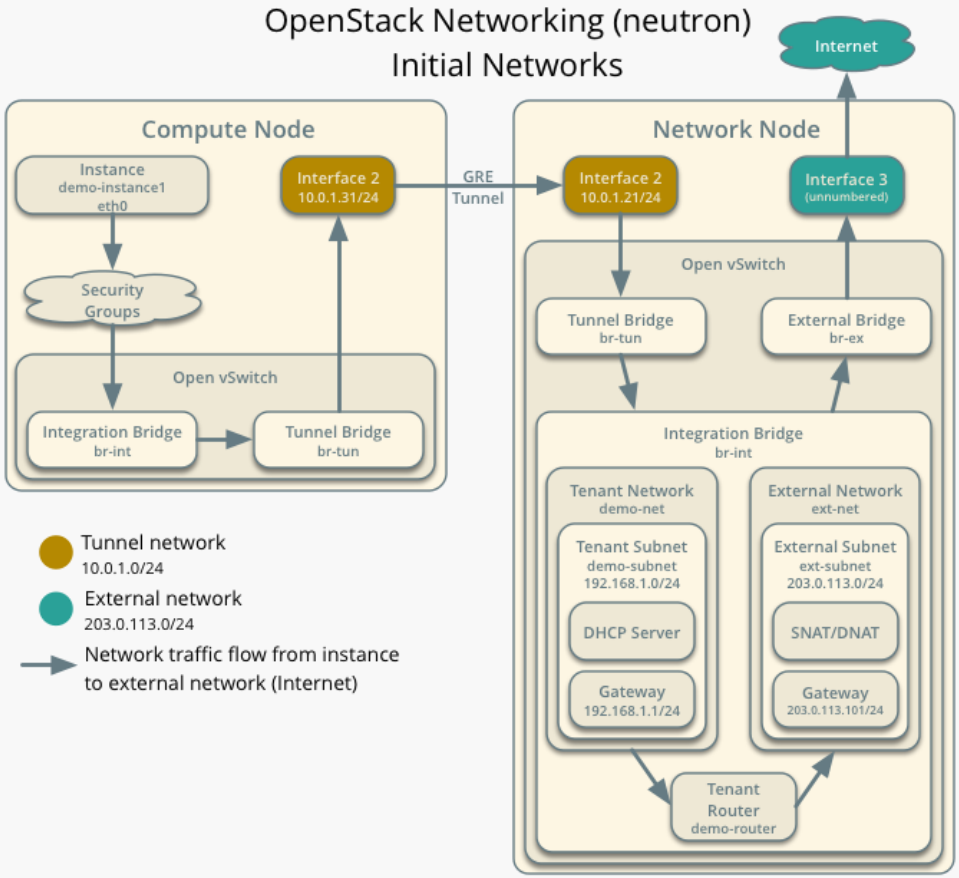


Elosztott útválasztó

- Distributed Virtual Router (DVR)



Virtuális hálózatok kialakítása



- Open vSwitch
  - szabályok megadása ovs-dpctl / OpenFlow segítségével
    - pl. leképezés a VM MAC címe és a hypervisor transport IP címe között

Open Virtual Network (OVN)

- Open vSwitch-re épülő hálózat virtualizáció
  - Logikai kapcsolók
  - L2/L3/L4 ACL (security groups)
  - Elosztott logikai útválasztók
  - Natívan támogatott: NAT, load-balancing, DHCP
  - Tunnel overlay (GENEVE, STT)
- Magasabb szintű absztrakció
  - A virtuális hálózat konfigurációjának leképezése OpenFlow szabályokra és ezek telepítése Open vSwitch-be
- Integráció
  - OpenStack Neutron (Release Train or later)
  - Kubernetes

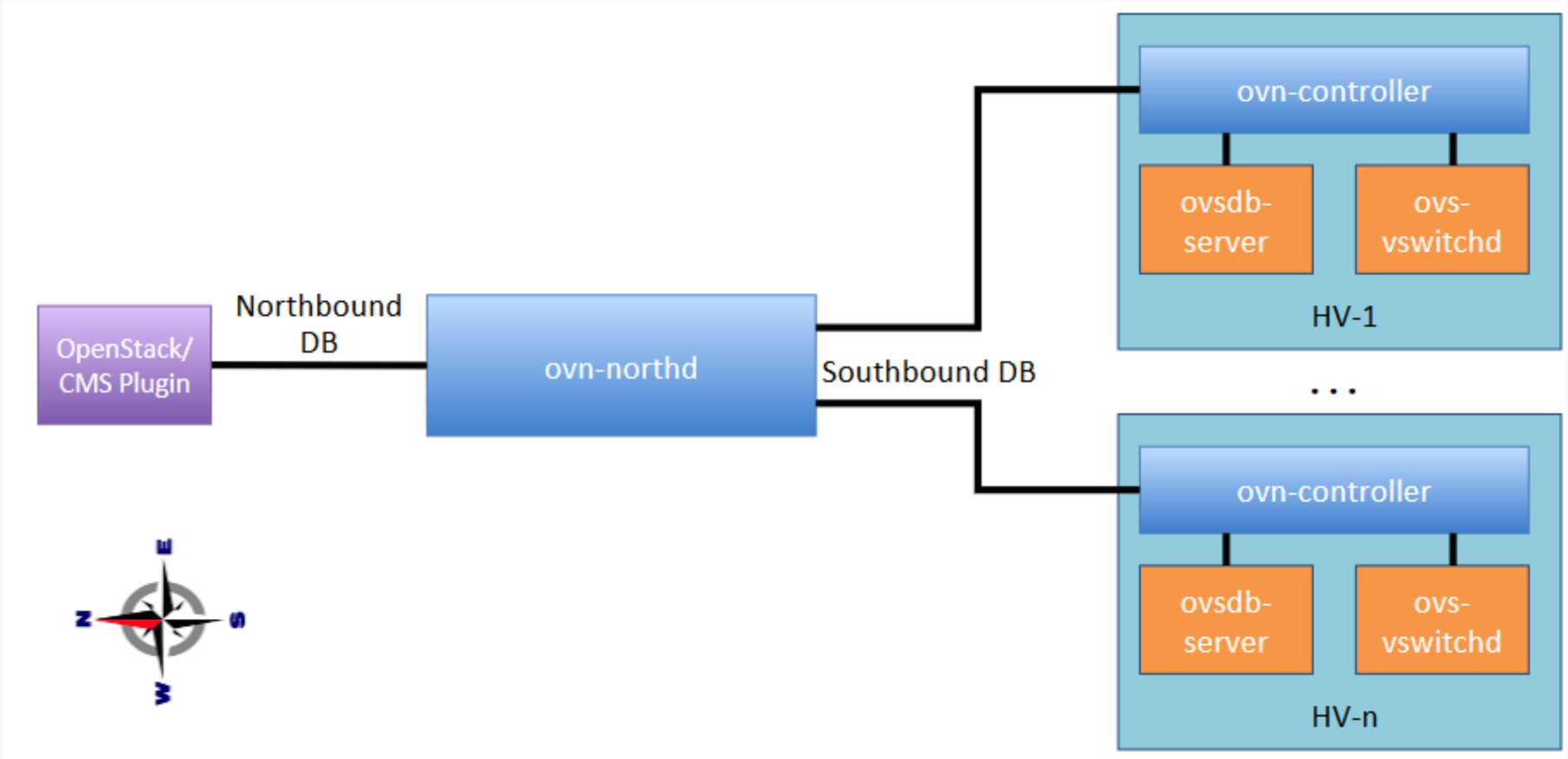
Open Virtual Network (OVN)

- 2015-ben kezdték a fejlesztést, programozási nyelv: C
- Ugyanaz a közösség fejleszti, mint az OVS-t
- Kiegészíti az OVS képességeit
- Nincs szükség további ügynök komponensre

OpenStack Neutron - OVN

- Az OpenStack Neutron alapértelmezett hálózat virtualizációt egy egyedi vezérlő sík valósítja meg
- Az OVN egy külön projekt, több helyen alkalmazható, kiválthatja a Neutron vezérlő síkját hosszú távon
- Integráció: ML2 OVN meghajtó (ML2/networking-ovn)
  - Az ML2/OVS meghajtó és Neutron OVS ügynökök helyett
  - konfiguráció koordinációja adatbázisokon keresztül
  - A lokális vezérlő a logikai folyam állapotot fizikai folyam állapotra képezi le
- ML2/ovs jellegzetességek, amiket az ML2/networking-ovn megoldott
  - A Security groups szabályokat közvetlenül nem lehet OVS portokhoz rendelni, ezért szükség volt egy dedikált Linux bridge-re a VM és az OVS inegration bridge közé
  - L3 és DHCP ügynökök külön dedikált hálózati névteret igényeltek
  - NAT megvalósítása: hálózati névterek, iptables és proxy-ARP kombinációja
- További összehasonlítás:
  - https://docs.openstack.org/networking-ovn/latest/faq/index.html

OVN architektúra



Az OVN miért GENEVE vagy STT alagút protokollt alkalmaz?

- Szükséges metaadatok az OVN logikai csomagfeldolgozáshoz:
  - Logical datapath ID: 24 bites azonosító
    - Geneve: VNI
    - STT: 24 bit a 64 bites context ID-ből
  - Logical ingress port: 15 bites azonosító
    - Geneve: egy opcionális mezőben
    - STT: 15 bit a context ID-ből
  - Logical egress port: 16 bites azonosító
    - Geneve: egy opcionális mezőben
    - STT: 16 bit a context ID-ből
- Összes metaadat: 24 + 15 + 16 = 55 bit
  - GRE: 32 bit = 24 bit VSID + 8 bit FlowID
  - VXLAN: 24 bit VNID

Források

- Overlay Virtual Networking Explained, Ivan Pepelnjak, NIL Data Communications, 2011.
- http://docs.openstack.org
- https://developer.rackspace.com/blog/neutron-networking-l3-agent/
- https://www.rdoproject.org/networking/networking-in-too-much-detail/
- http://www.openvswitch.org/support/dist-docs/ovn-architecture.7.html
- https://github.com/ovn-org/ovn/blob/master/Documentation/faq/general.rst