

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ - NETWORK MANAGEMENT

Εισαγωγή - Introduction

Η Αρχιτεκτονική του Internet - Internet Architecture

Πρότυπο τριών Διαστάσεων Λειτουργίας - Network Operation Planes

Μοντέλο Διαχείρισης FCAPS - ISO/OSI FCAPS Model

Το Δίκτυο του Ε.Μ.Π. - NTUA LAN

Περιβάλλον Εργαστηριακών Ασκήσεων - Laboratory Setup

Το Παγκόσμιο Internet - The Global Internet

Διευθυνσιοδότηση στο Internet - Internet Addressing

Β. Μάγκλαρης

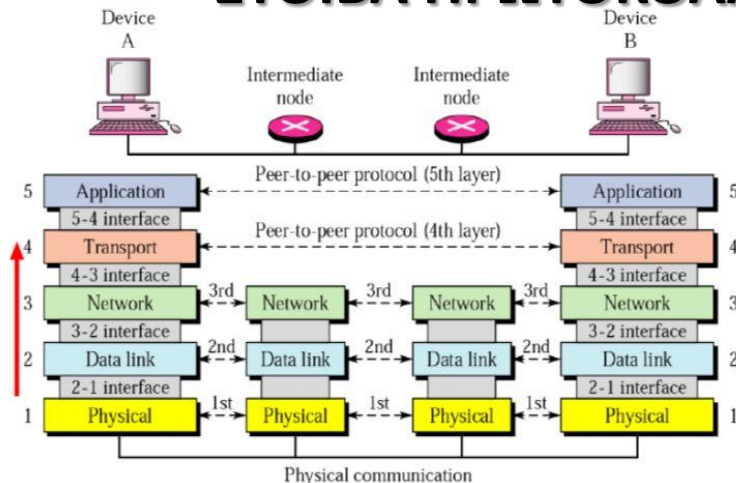
maglaris@netmode.ntua.gr

www.netmode.ntua.gr

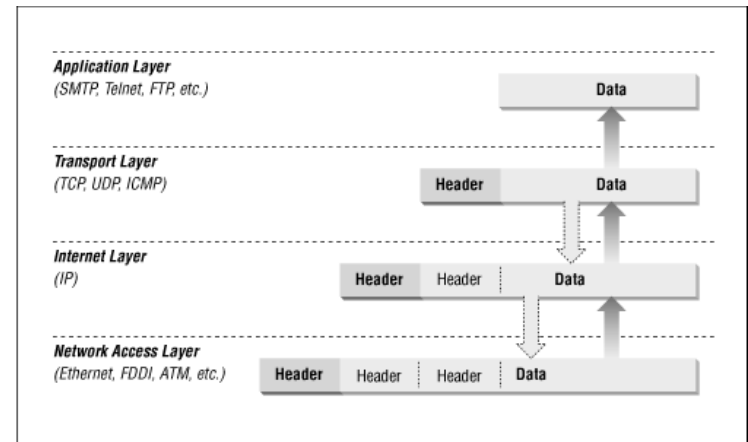
Νέα Κτίρια ΣΗΜΜΥ - Αίθουσα 013

30/9/2024

ΣΤΟΙΒΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ TCP/IP ΣΤΟ INTERNET



<http://www.myreadingroom.co.in/images/stories/docs/dcn/Peer-to-Peer%20process.JPG>

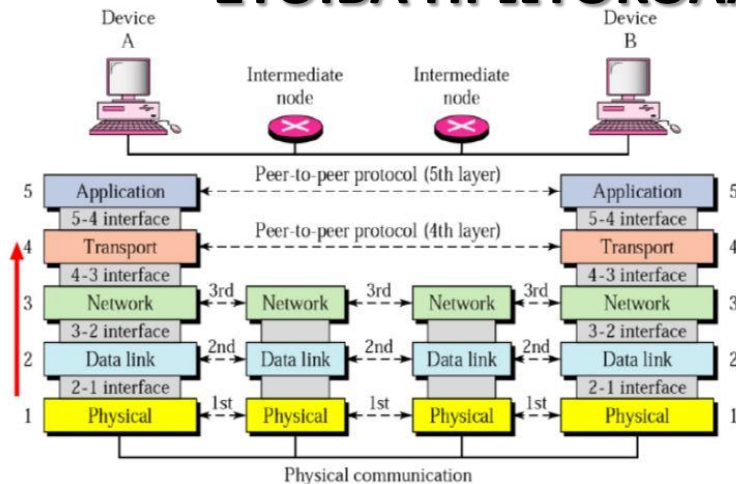


http://docstore.mik.ua/oreilly/networking/firewall/ch06_03.htm

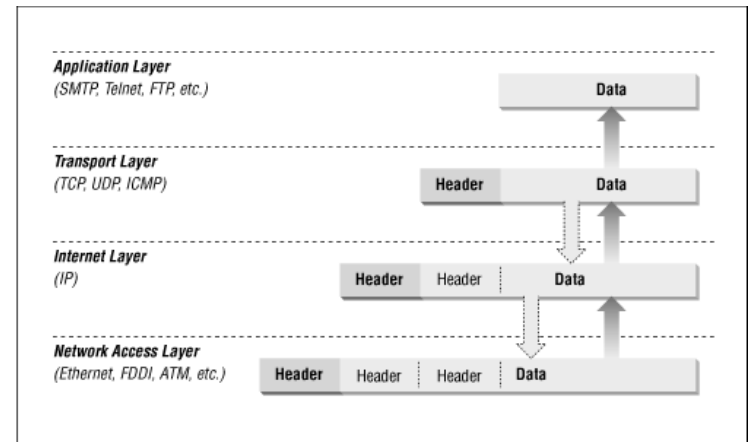
Σε ένα δίκτυο υπολογιστών αρχιτεκτονικής **Internet**:

- Τα δύο άκρα (source - destination) υλοποιούν εφαρμογές (applications) με συνεργατικό τρόπο (π.χ. *Simple Mail Transfer Protocol - SMTP* για e-mail) μέσω ανταλλαγής κωδικοποιημένων ψηφιακών μηνυμάτων, τεμαχισμένα σε **πακέτα** που προωθούνται αυτόνομα στο Internet
- Για την διάφανη και αξιόπιστη υλοποίηση της επικοινωνίας, τα δύο άκρα υλοποιούν διαδικασίες **πρωτοκόλλων peer-to-peer** σε πολλαπλά στρώματα (layers) που καθιστούν συμβατές τις επιμέρους εφαρμογές, ανεξάρτητα από λειτουργικά συστήματα, κατασκευαστή και λεπτομέρειες υλοποίησης (π.χ. *Transport Layer, TCP/UDP/ICMP*)
- Η υλοποίηση γίνεται με την διαδοχική ενθυλάκωση των **πακέτων** σε φακέλους (onion skin model) με επικεφαλίδες που επιτρέπουν την συμβατή προώθηση στα δίκτυα επικοινωνιών, χωρίς γνώση του περιεχομένου τους (π.χ. *Internet Layer*, αλγόριθμος δρομολόγησης - routing με βάση τις διευθύνσεις *IP* των δυο άκρων)
- Στα χαμηλότερα στρώματα γίνεται η αξιόπιστη και αποδοτική πρόσβαση στο φυσικό μέσο (**PHY**) των ενδιαμέσων δικτύων, συμπεριλαμβανόμενης της διαμόρφωσης του ψηφιακού μηνύματος σε σήματα (ηλεκτρικά, οπτικά, ηλεκτρομαγνητικά) ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του μέσου (π.χ. *Network Access Layer = Data Link & Physical Layers*: Αλγόριθμοι πρόσβασης Ethernet, *διαμόρφωση - modulation*, *πολυπλεξία – multiplexing*)
- Από τα επίπεδα πρωτοκόλλων τα τρία πρώτα (**Physical, Data Link & Network**) αφορούν στις ενδιάμεσες δικτυακές υποδομές (switches, routers) που μπορεί να τροποποιούν τις επικεφαλίδες ανάλογα με τις προδιαγραφές των δικτύων. Οι επικεφαλίδες **Transport** (TCP/UDP/ICMP) και το αρχικό περιεχόμενο των πακέτων (**payload**) αφορούν μόνο τις τελικές εφαρμογές και διαπερνούν διαφανώς τις ενδιάμεσες δικτυακές διασυνδέσεις

ΣΤΟΙΒΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ TCP/IP ΣΤΟ INTERNET



<http://www.myreadingroom.co.in/images/stories/docs/dcn/Peer-to-Peer%20process.JPG>



http://docstore.mik.ua/oreilly/networking/firewall/ch06_03.htm

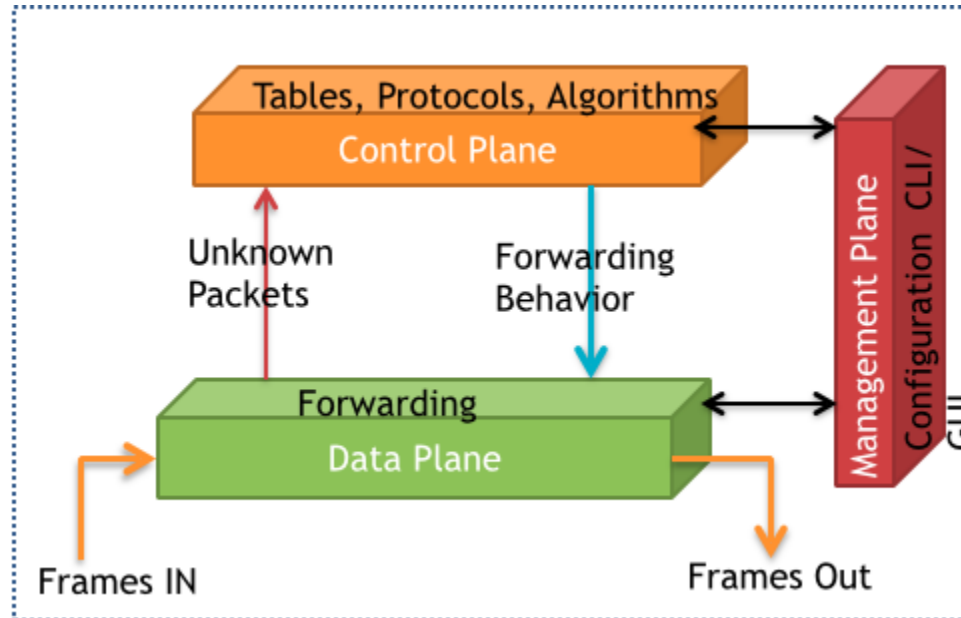
Σε ένα δίκτυο υπολογιστών αρχιτεκτονικής **Internet**:

- Τα δύο άκρα (source - destination) υλοποιούν εφαρμογές (applications) με συνεργατικό τρόπο (π.χ. *Simple Mail Transfer Protocol - SMTP* για e-mail) μέσω ανταλλαγής κωδικοποιημένων ψηφιακών μηνυμάτων, τεμαχισμένα σε **πακέτα** που προωθούνται αυτόνομα στο Internet
- Για την διάφανη και αξιόπιστη υλοποίηση της επικοινωνίας, τα δύο άκρα υλοποιούν διαδικασίες **πρωτοκόλλων peer-to-peer** σε πολλαπλά στρώματα (layers) που καθιστούν συμβατές τις επιμέρους εφαρμογές, ανεξάρτητα από λειτουργικά συστήματα, κατασκευαστή και λεπτομέρειες υλοποίησης (π.χ. *Transport Layer, TCP/UDP/ICMP*)
- Η υλοποίηση γίνεται με την διαδοχική ενθυλάκωση των **πακέτων** σε φακέλους (onion skin model) με επικεφαλίδες που επιτρέπουν την συμβατή προώθηση στα δίκτυα επικοινωνιών, χωρίς γνώση του περιεχομένου τους (π.χ. *Internet Layer*, αλγόριθμος δρομολόγησης - routing με βάση τις διευθύνσεις *IP* των δυο άκρων)
- Στα χαμηλότερα στρώματα γίνεται η αξιόπιστη και αποδοτική πρόσβαση στο φυσικό μέσο (**PHY**) των ενδιαμέσων δικτύων, συμπεριλαμβανόμενης της διαμόρφωσης του ψηφιακού μηνύματος σε σήματα (ηλεκτρικά, οπτικά, ηλεκτρομαγνητικά) ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του μέσου (π.χ. *Network Access Layer = Data Link & Physical Layers*: Αλγόριθμοι πρόσβασης Ethernet, *διαμόρφωση - modulation*, *πολυπλεξία - multiplexing*)
- Από τα επίπεδα πρωτοκόλλων τα τρία πρώτα (**Physical, Data Link & Network**) αφορούν στις ενδιάμεσες δικτυακές υποδομές (switches, routers) που μπορεί να τροποποιούν τις επικεφαλίδες ανάλογα με τις προδιαγραφές των δικτύων. Οι επικεφαλίδες **Transport** (TCP/UDP/ICMP) και το αρχικό περιεχόμενο των πακέτων (**payload**) αφορούν μόνο τις τελικές εφαρμογές και διαπερνούν διαφανώς τις ενδιάμεσες δικτυακές διασυνδέσεις

Αναλογία με πρωτόκολλα συνεννόησης μεταξύ δυο στελεχών ενός οργανισμού, τοποθετημένων σε απομακρυσμένες εγκαταστάσεις:

- Στο υψηλότερο επίπεδο τα στελέχη ενδιαφέρονται για το περιεχόμενο του μηνύματος και όχι τη μορφοποίηση ή τη διαδικασία μεταφοράς του
- Το μήνυμα κωδικοποιείται από τη γραμματεία σε μορφή συμβατή με το πρωτόκολλο του οργανισμού
- Η υπηρεσία διακίνησης εγγράφων το τοποθετεί σε σφραγισμένο φάκελο με τη διεύθυνση προορισμού
- Στο χαμηλότερο (φυσικό) επίπεδο το μήνυμα διαβιβάζεται μέσω του δικτύου ταχυδρομικών υπηρεσιών

ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ



<https://thenewstack.io/defining-software-defined-networking-part-1/>

Data Plane: Μετάδοση - Προώθηση Δεδομένων σε Πλαίσια/Frames ή Πακέτα

Control Plane: Έλεγχος - Σηματοδότηση Ροής Πακέτων Δεδομένων

Management Plane: Διαχειριστικές Λειτουργίες Δικτύου

ΠΡΟΤΥΠΟ ΤΡΙΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ (1/6)

Διάσταση Μετάδοσης Δεδομένων - **Data (forwarding) Plane**

- Πολυπλεξία (**multiplexing**) στο φυσικό επίπεδο:
 - Διαμόρφωση πλαισίων TDM: ITU-T SDH/GFP framing (από STM-1=155 Mbps → STM- n , εφεδρεία ring protection, virtual concatenation (150 Mbps VC-4, 1 Gbps VC-4-7v = 7 x VC-4))
 - Optical Digital Wrapper (ITU-T G.709: 2.5, 10, 40, 100 Gbps, Forward Error Correction - FEC)
- Κωδικοποίηση σε πακέτα **Ethernet**, **WiFi** (IEEE 802.11), **MPLS**, **IP**...
- Προώθηση (**forwarding**) δεδομένων σε μεταγωγείς (**switches**) & δρομολογητές (**routers**)

ΠΡΟΤΥΠΟ ΤΡΙΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ (2/6)

Διάσταση Ελέγχου - **Control Plane**

- ***In-band Signaling***: Σηματοδοσία μέσω εξειδικευμένων πακέτων στο δίκτυο μετάδοσης δεδομένων ή ενσωματωμένη σε επικεφαλίδες (***headers***) πακέτων: ***IP headers, MPLS labels, VLAN tags***...
 - Ξεχωριστά μηνύματα / πακέτα ελέγχου για σύνταξη πινάκων δρομολόγησης (***Interior Gateway Protocol – IGP, Exterior/Border Gateway Protocol – EGP/BGP***)
 - Πακέτα ελέγχου «υγείας» του δικτύου – ***ICMP/ping/traceroute***
 - Μηνύματα σηματοδοσίας για αποκατάσταση μονοπατιού – path (***RSVP, LDP***) & αντιστοίχιση επικεφαλίδων (*labels*) σε γραμμές ***MPLS***
 - Σηματοδοσία αντιστοίχισης time slots (ή χρώματος) σε γραμμές ***SDH*** (ή ***WDM***)
 - Πρωτόκολλα ***ARP & DNS***, αντιστοίχιση ***VLAN tags***...
- ***Out-of band Signaling***: Εξαγωγή των λειτουργιών ελέγχου εκτός δικτύου μετάδοσης, εξωτερικές βάσεις δεδομένων και ***εφαρμογές ευφυούς δικτύου***:
 - Ψηφιακή τηλεφωνία: Σηματοδοσία Common Channel Signalling CCS7, ***Intelligent Networks***
 - Προγραμματιζόμενα ευφυή δίκτυα νέας γενιάς (user programmable networks): ***Software Defined Networks – SDN***
 - Πρωτόκολλο ***OpenFlow*** σηματοδοσίας μεταγωγέα (***switch***) και εξωτερικού ελεγκτή (***controller***)

ΠΡΟΤΥΠΟ ΤΡΙΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ (3/6)

Διάσταση Ελέγχου (**Control Plane**) με Ευφυείς Διαδικασίες **Data-Plane**

Από out-of-band signaling (π.χ. σηματοδότηση **OpenFlow**) καινοτόμες προτάσεις/υλοποιήσεις αρχιτεκτονικών **Programmable Data-Plane** σε **Software Defined Networks (SDN)**

Ευφυής ανάγνωση/επεξεργασία πακέτων εντός των δρομολογητών/μεταγωγών ή διεπαφών (Interface Cards) του Δικτύου Μετάδοσης Δεδομένων (**in-network processing**) σε **πραγματικό χρόνο** μετάδοσης πακέτων για:

- Άμεσες μετρήσεις (**in-network telemetry - INT**)
- Προώθηση πακέτων (**forwarding**) σύμφωνα με δυναμικούς κανόνες ευφυούς δρομολόγησης (π.χ. source routing, segment routing...)
- Γρήγορη ανίχνευση/αντιμετώπιση κυβερνοεπιθέσεων (**detection/mitigation of attack vectors**)

Προτάσεις ειδικού λογισμικού για υλοποίηση αρχιτεκτονικών **Programmable Data-Plane**:

- Γλώσσα Προγραμματισμού Ειδικού Σκοπού (Domain Specific Language - **DSL**): **P4** (**P**rogramming **P**rotocol-Independent **P**acket **P**rocessors) σε συμβατούς μεταγωγείς ή software emulated routers ή με χρήση προγραμματιζόμενου hardware – FPGA boards
- Γλώσσα σε Διεπαφές (Smart Network Interface Cards - NIC): **XDP** (e**X**press **D**ata **P**ath) για Linux servers (restricted C, δημοφιλής σε μεγάλα Data Centers)

ΠΡΟΤΥΠΟ ΤΡΙΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ (4/6)

Διάσταση Διαχείρισης - **Management Plane**

- Υλοποίηση πολιτικών διαχείρισης: Οδηγίες προς **Data Plane** μέσω σηματοδοσίας **Control Plane**
- Δραματικά αυξανόμενη πολυπλοκότητα διαχείρισης υποδομών:
 - Τοπικά Δίκτυα (**LAN**), Μητροπολιτικά Δίκτυα (**MAN**), Δίκτυα Κορμού Ευρείας Περιοχής (**WAN**), Sensor Networks - Internet of Things (**IoT**), Data Centers, Clouds, Content Delivery Networks (**CDN**)
 - Σταθερής (**Fixed Optical/Copper/Microwave**) και κινητής τοπολογίας (**4G, 5G Mobile Networks**)
 - Ανάγκη ενοποιημένων και ευέλικτων πλατφορμών διαχείρισης, φιλικών προς το Διαχειριστή

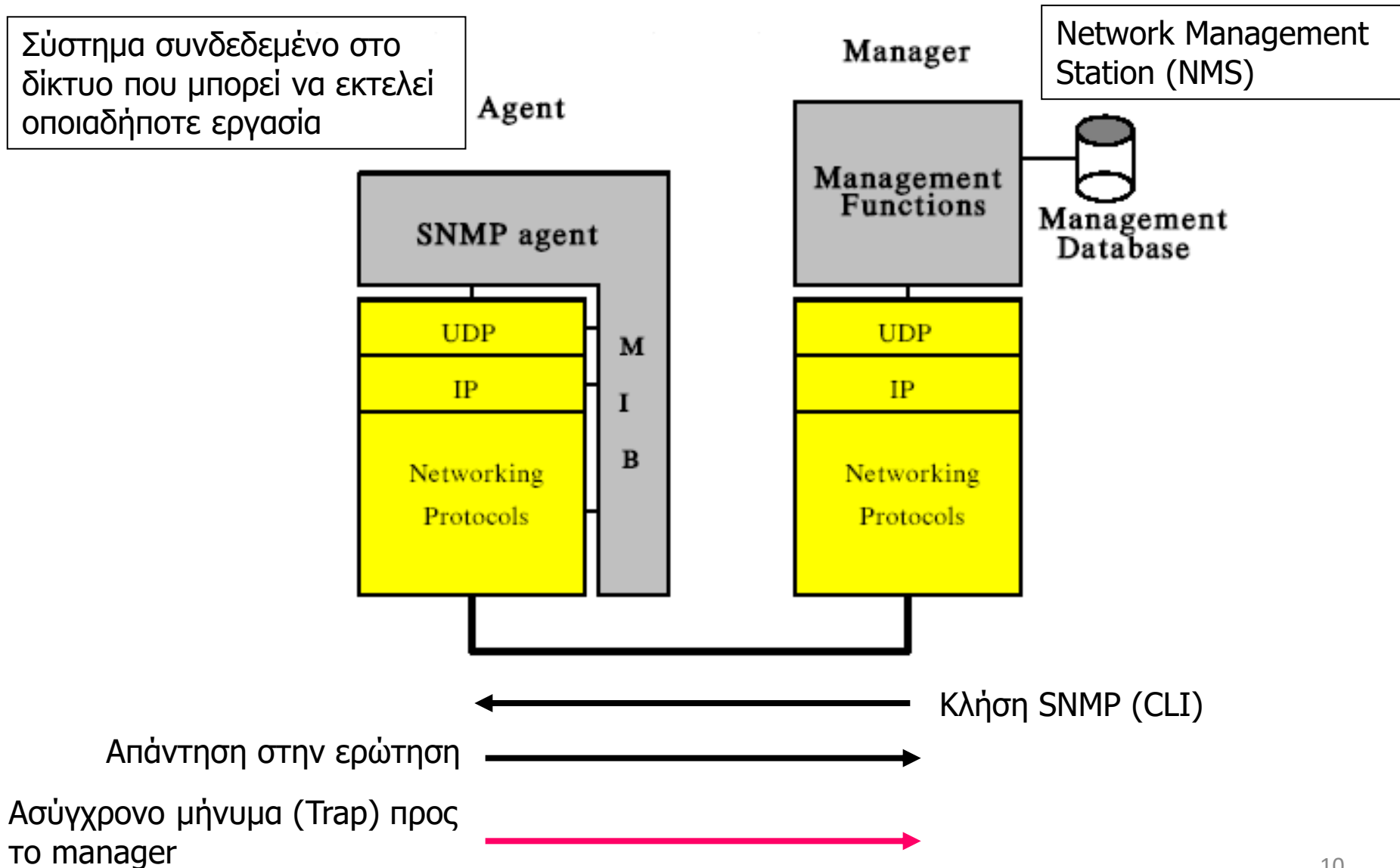
ΠΡΟΤΥΠΟ ΤΡΙΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ (5/6)

Παραδοσιακό Διαχειριστικό Μοντέλο Αναφοράς **FCAPS** (ISO – OSI)

- **F**ault Management (Διαχείριση Βλαβών)
- **C**onfiguration Management (Διαχείριση Διάρθρωσης)
- **A**ccounting Management (Λογιστική Διαχείριση)
- **P**erformance Management (Διαχείριση Επιδόσεων)
- **S**ecurity Management (Διαχείριση Ασφαλείας)

ΠΡΟΤΥΠΟ ΤΡΙΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ (6/6)

Παραδοσιακή Αρχιτεκτονική Διαχείρισης Δικτύων **TCP/IP** (*Internet*) **SNMP** (**Simple Network Management Protocol**)



ΕΥΦΥΕΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

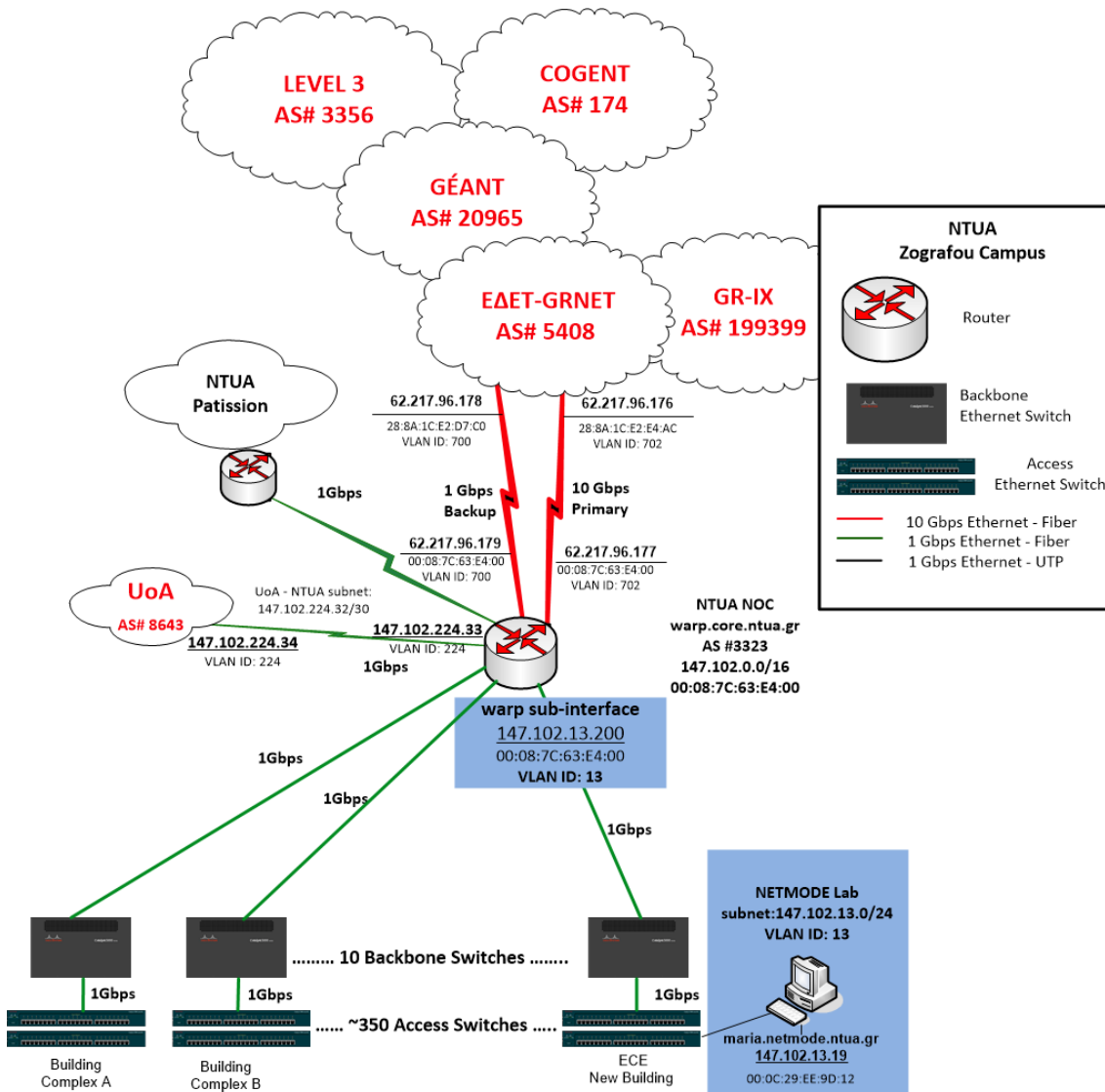
NetDevOps

- Αναφορά σε **Data Models** (**YANG...**), χρήση κατάλληλων εργαλείων διαχείρισης μεγάλου όγκου δεδομένων (**NoSQL**, **Elasticsearch** **Logstash** **Kibana** – **ELK...**)
- Από εργαλεία Command-Line Interface (**CLI**) → Application Programming Interfaces (**API**) σε εξυπηρετητές **Linux**
- Από SNMP/SMI → **NETCONF/YANG**
- Automation - Templates (**Ansible...**)
- Vendor Independence (Network Function Virtualization - **NFV**)
- Network Programmability (Network Operating Systems, Software Defined Networks - **SDN**)
- Χρήση αξιόπιστων αλγορίθμων Μηχανικής Μάθησης (**Machine Learning**) και συνεργατικών πολιτικών για γρήγορη αντιμετώπιση κυβερνο-επιθέσεων
- Ανοικτά ζητήματα: **Sharing attack datasets**, συνεργαζόμενα κατανεμημένα - **federated** - συστήματα **intrusion detection/mitigation** με εγγυήσεις - **Blockchain smart contracts** - και περιορισμούς λόγω **privacy...**

Τυποποίηση διάρθρωσης εξοπλισμού & λειτουργιών, πιστοποίηση εργαλείων λογισμικού, εξειδίκευση κατάλληλων **data models**

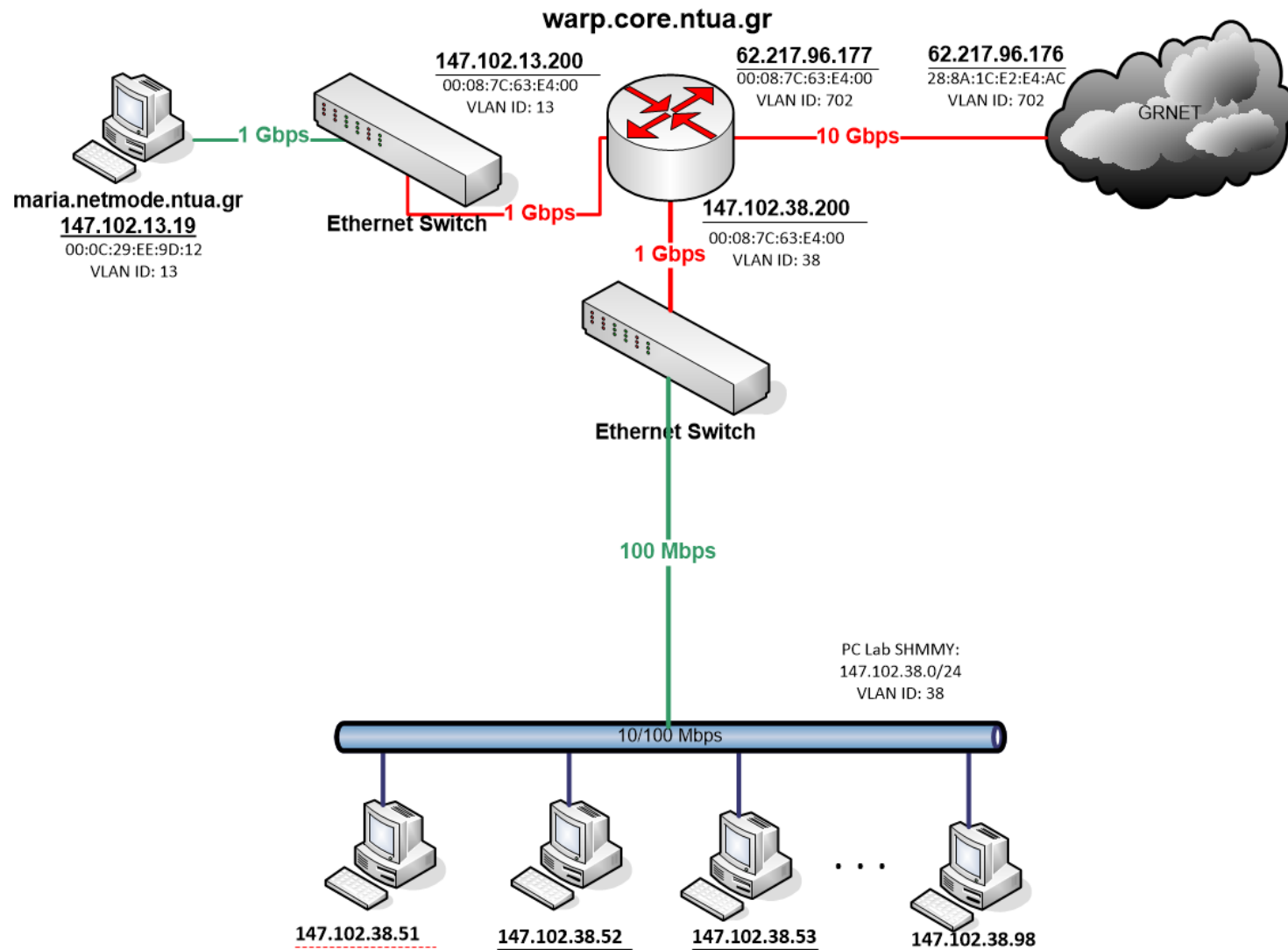
ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΟΥ Ε.Μ.Π. (2016 - Collapsed Backbone)

ntua.gr (147.102.0.0/16, 2001:648:2000::/48, AS# 3323)



- **Αρχικό Στάδιο (1994): Distributed Topology** με 50+ IP Routers, κοντά στα υποδίκτυα. Η εσωτερική και εξωτερική δρομολόγηση γινόταν σε επίπεδο 3 (IP). Γειτονικοί τελικοί χρήστες του ιδίου υποδικτύου Ethernet μπορούσαν να επικοινωνήσουν σε επίπεδο 2 (Medium Access Control - MAC)
- **Ενδιάμεσο Στάδιο: Collapsed Backbone Topology**, αστέρας με δενδρική διασύνδεση τελικών υποδικτύων μέσω ενδιάμεσων διαφανών μεταγωγών (**Ethernet Switches**) και δρομολόγηση εντός υποδικτύου σε επίπεδο 2 σαν Virtual LANs (**VLAN**), χωρίς περιορισμούς φυσικής γειτνίασης. Έχουν διαμορφωθεί από το Κέντρο Διαχείρισης (**ΚΕΔ**) – Network Operation Center (**NOC**) πάνω από 200 VLANs. Η δρομολόγηση σε επίπεδο 3 (IP) γίνεται στο κεντρικό σύστημα για κίνηση μεταξύ VLANs και με το **Internet**
- **Σύγχρονη Τάση:** Τεχνολογία **Data Center** με Extended VLANs (**VXLAN**) επιπέδου 2 διαμορφωμένα σαν Ethernet VPNs (**EVPN**) overlays πάνω από εικονικά υποδίκτυα IP (IP Virtual Private Network – **VPN**)

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ



ΟΙ ΠΡΩΤΑΓΩΝΙΣΤΕΣ ΤΟΥ INTERNET

Οι Πατέρες του Internet

Paul Baran (1926 - 2011): Δίκτυα Υπολογιστών, Μεταγωγή Πακέτου

https://en.wikipedia.org/wiki/Paul_Baran



Leonard Kleinrock (1934): Δίκτυα Υπολογιστών, Μεταγωγή Πακέτου

https://en.wikipedia.org/wiki/Leonard_Kleinrock



Larry Roberts (1937): Δίκτυα Υπολογιστών, Μεταγωγή Πακέτου, ARPAnet

[https://en.wikipedia.org/wiki/Lawrence_Roberts_\(scientist\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Lawrence_Roberts_(scientist))



Bob Kahn (1938): Μεταγωγή Πακέτου, ARPAnet, Πρωτόκολλα TCP/IP

https://en.wikipedia.org/wiki/Bob_Kahn



Vint Cerf (1943): Πρωτόκολλα TCP/IP, Παγκοσμιοποίηση του Internet

https://en.wikipedia.org/wiki/Vint_Cerf



Bob Metcalfe (1946): Τοπικά Δίκτυα Ethernet

https://en.wikipedia.org/wiki/Robert_Metcalfe



Tim Berners-Lee (1955): Πρωτόκολλα HTTP, WWW

https://en.wikipedia.org/wiki/Tim_Berners-Lee



Η Νέα Γενιά της Εξάπλωσης του Internet

Bill Gates (1973): Microsoft

https://en.wikipedia.org/wiki/Bill_Gates



Steve Jobs (1955 -2011): Apple

https://en.wikipedia.org/wiki/Steve_Jobs



Larry Page (1973): Google

https://en.wikipedia.org/wiki/Larry_Page



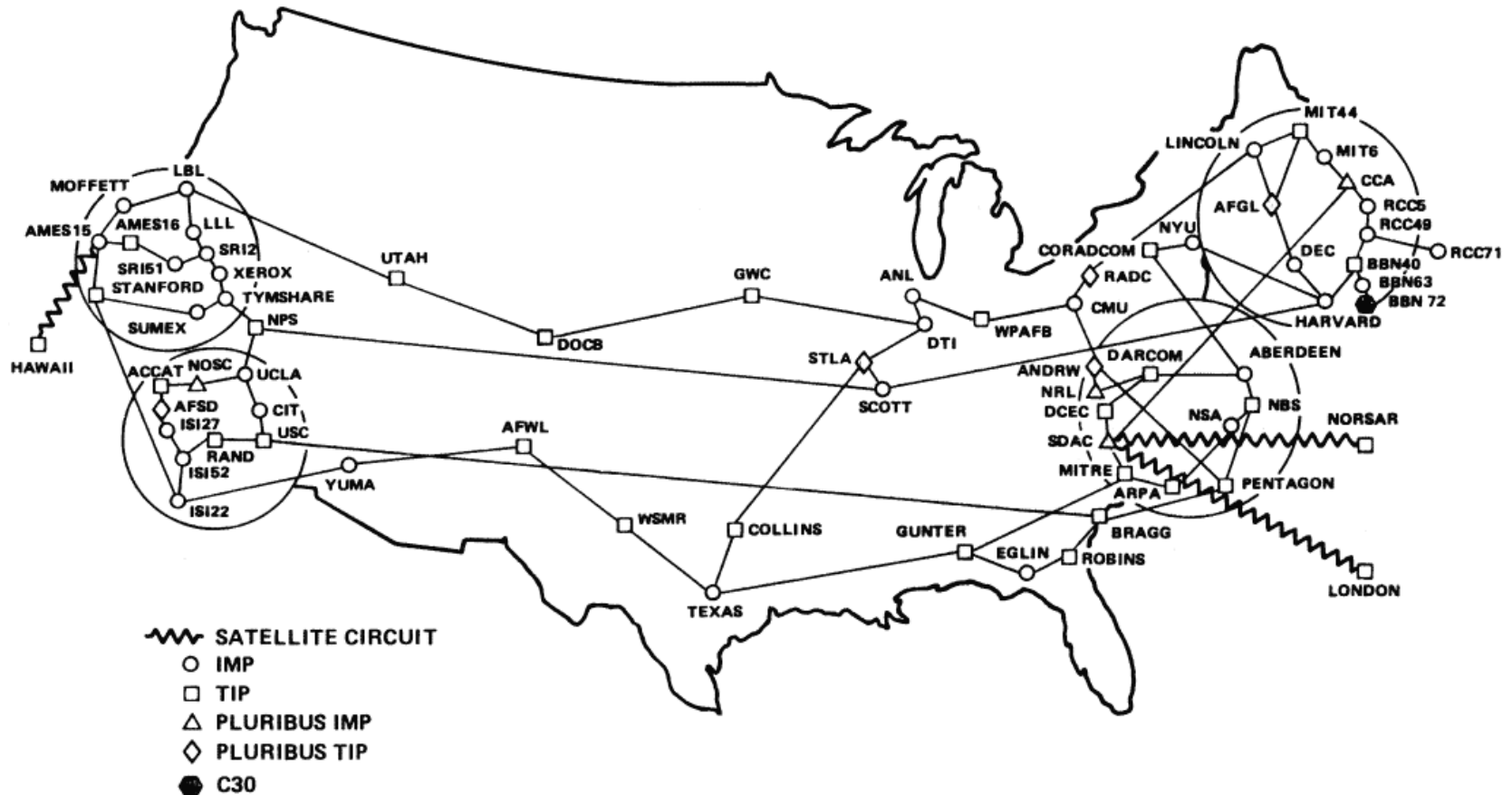
Mark Zuckerberg (1984): Facebook

https://en.wikipedia.org/wiki/Mark_Zuckerberg



ARPAnet – Ο ΠΡΟΓΟΝΟΣ ΤΟΥ INTERNET

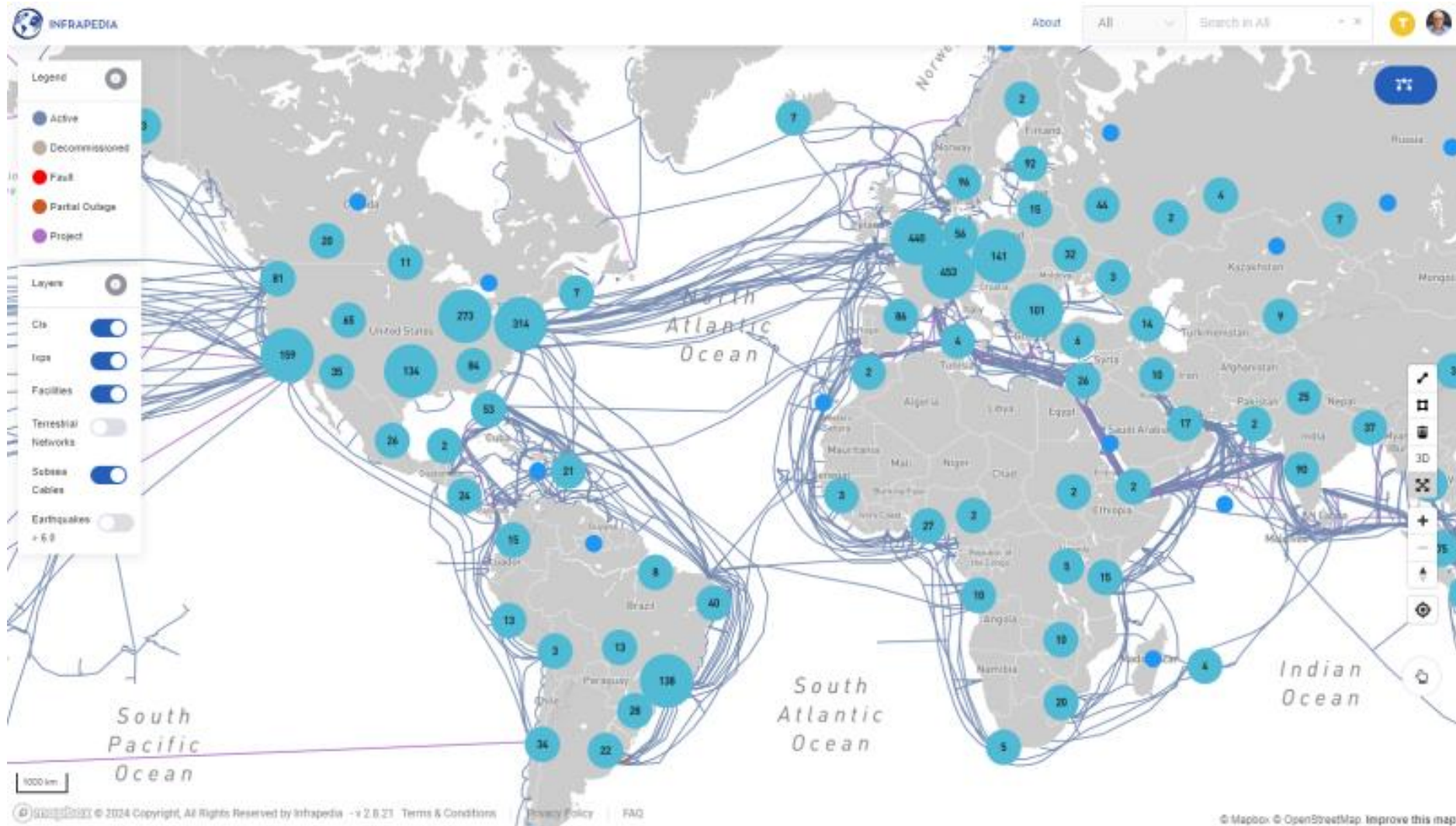
ARPANET GEOGRAPHIC MAP, OCTOBER 1980



(NOTE: THIS MAP DOES NOT SHOW ARPA'S EXPERIMENTAL SATELLITE CONNECTIONS)

NAMES SHOWN ARE IMP NAMES, NOT (NECESSARILY) HOST NAMES

ΤΟ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ Internet - 2024

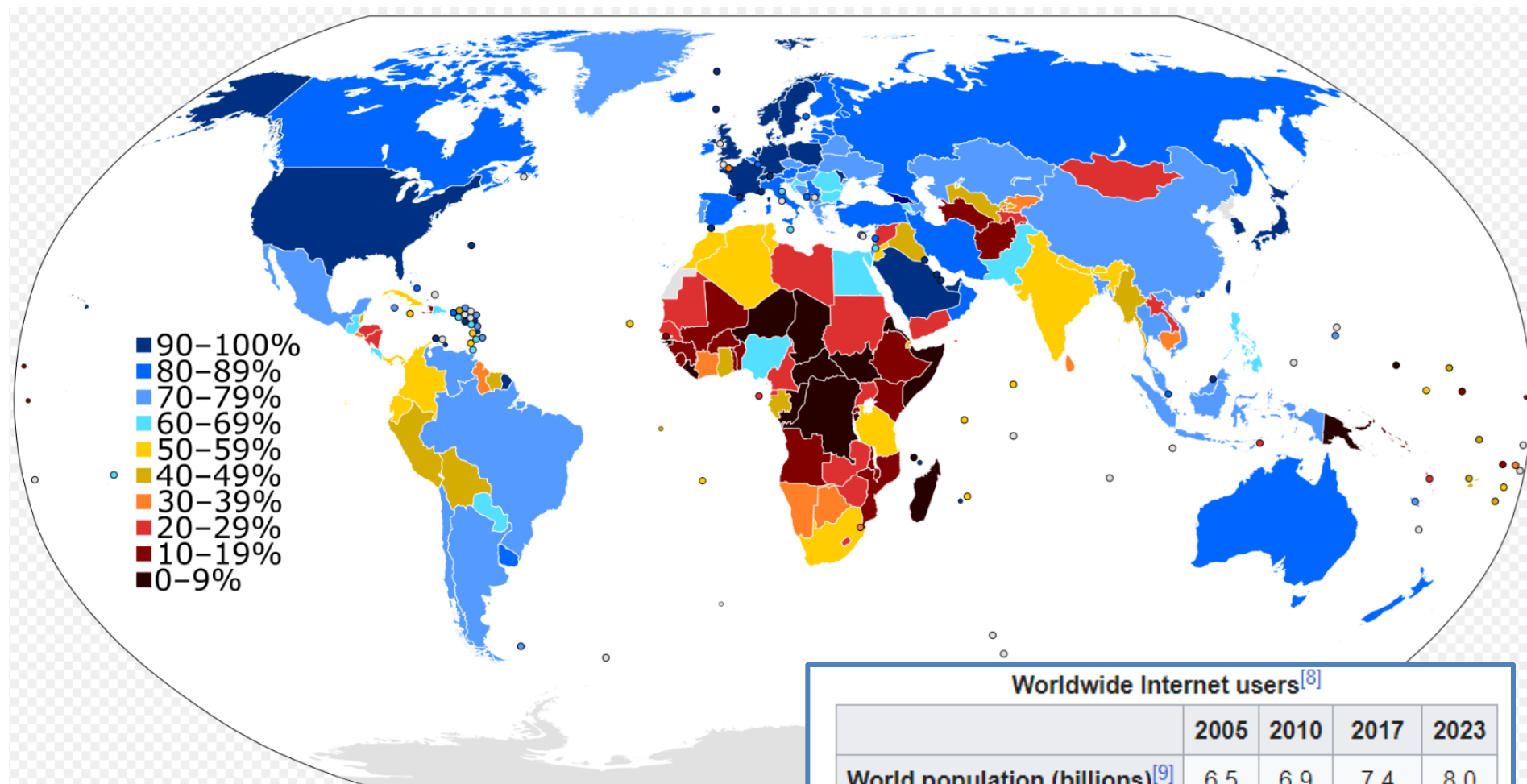


<https://www.infrapedia.com/>

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΧΡΗΣΤΩΝ ΤΟΥ INTERNET ΑΝΑ ΧΩΡΑ

Ποσοστά Διείσδυσης - 2023

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_number_of_Internet_users



Worldwide Internet users^[8]

	2005	2010	2017	2023
World population (billions) ^[9]	6.5	6.9	7.4	8.0
Worldwide	16%	30%	48%	67%
In developing world	8%	21%	41.3%	60%
In developed world	51%	67%	81%	93%

ΔΙΕΥΘΥΝΣΙΟΔΟΤΗΣΗ ΣΤΟ INTERNET (1)

- Το Internet αποτελεί ένα μεγάλο σύνολο από διασυνδεδεμένα ανεξάρτητα δίκτυα μέσω απλών μεταγωγέων πακέτου - ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΤΩΝ (routers)
- Ο χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση σε πόρους σε οποιοδήποτε από αυτά τα δίκτυα
- Τα IP datagrams διασχίζουν πλήθος δικτύων για να φτάσουν στο δίκτυο προορισμό με διαφανή τρόπο για το χρήστη
- Δρομολόγηση:
 - Εντός Αυτόνομης Διαχειριστικής Οντότητας (π.χ. ISP): **Interior Gateway Protocols**, IGP π.χ. OSPF, IS-IS
 - Μεταξύ Διαχειριστικών Οντοτήτων: **Exterior Gateway Protocols**, EGP → **Border Gateway Protocol**, BGP

ΔΙΕΥΘΥΝΣΙΟΔΟΤΗΣΗ ΣΤΟ INTERNET (2)

- Το μόνο που πρέπει να γνωρίζει ο τελικός χρήστης είναι η διεύθυνση IP του προορισμού (λογική διεύθυνση) ή το όνομα αν υπάρχει αντιστοίχιση μέσω DNS (Domain Name System)
- **IPv4 Address:** 147.102.13.10 (**32 bits** - 4,200,000,000 διευθύνσεις)
- **IPv6 Address:** 2001:648:2000:d::a (**128 bits**)
- Η IP Address περιέχει πληροφορίες όπως:
 - 147.102.0.0/16, 2001:648:2000::/48 (δίκτυο)
 - 147.102.13.0/24, 2001:648:2000:d::/64 (υποδίκτυο)
 - 147.102.13.10/32, 2001:648:2000:d::a (μεμονωμένο interface δρομολογητή ή σταθμού εργασίας)

ΔΙΚΤΥΑ ΜΕ ΓΝΩΣΤΑ IP & ΑΥΤΟΝΟΜΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

Announced Networks, Autonomous Systems, Border Gateway Protocol - BGP

- **8/2024:** Το Internet σήμερα, <https://www.statista.com/statistics/617136/digital-population-worldwide/>
 - Πάνω από **5,45 billion** τελικοί χρήστες (συνδέσεις) σε συνολικό πληθυσμό ~**8,12 billion**, διείσδυση **67,1%**
 - Γύρω στα **1.200.000** ανακοινώσιμα δίκτυα – γνωστοί προορισμοί (announced public IPv4 & IPv6 networks via **BGP announcements**)
 - Ιεραρχικά ταξινομημένα σε ~**131.000** Αυτόνομες Διαχειριστικές Περιοχές **AS's** (Autonomous Systems) με μοναδικό αριθμό **ASN** (Autonomous System Number, 16 bits ή 32 bits)
- Καταχώρηση IP & ASN σε blocks των 1024 AS's με διεθνή συντονισμό από **ICANN** (Internet Corporation for Assigned Names & Numbers) - **IANA** (Internet Assigned Number Authority) μέσω **RIR's** (Regional Internet Registries): **ARIN** (American Registry for Internet Numbers), **RIPE NCC** (Réseaux IP Européens Network Coordination Centre), **APNIC** (Asia Pacific Network Information Centre), **AFRINIC** (African Network Information Center), **LATNIC** (Latin America and Caribbean Network Information Centre)
- **23/9/2024:** Αριθμός ήδη καταχωρημένων & ανακοινώσιμων (**advertised**) AS's μέσω BGP announcements: **82.590** και μη ανακοινώσιμων (**unadvertised**) **35.342** (**117.932** κατανεμημένα ASN's στα RIRs, **3.450** δεσμευμένα, **9.687** διαθέσιμα για καταχώρηση, συνολικά **131.069** ASN's)

Resource allocations by Regional Registry

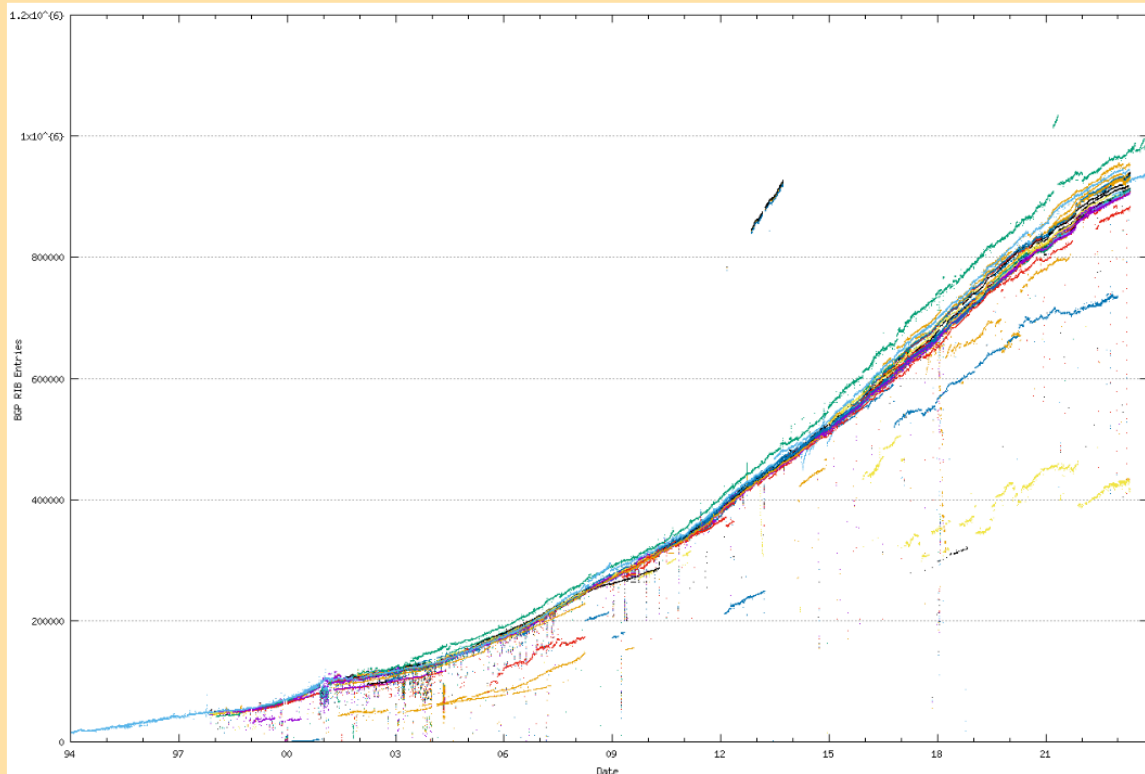
<http://bgp.potaroo.net/>

Registry	Advertised ASNs	Unadvertised ASNs	Allocated ASNs	Reserved ASNs	Available ASNs	Total ASNs
AFRINIC	1759	714	2473	422	431	3326
APNIC	18518	11331	29849	0	1525	31374
ARIN	19864	12853	32717	931	989	34637
RIPENCC	30522	8821	39343	949	5313	45605
LACNIC	11927	1623	13550	1148	1429	16127
IANA	0	0	0	0	0	0
TOTAL	82590	35342	117932	3450	9687	131069

BGP TABLES: ΑΡΙΘΜΟΣ ΓΝΩΣΤΩΝ (PUBLIC) ΔΙΚΤΥΩΝ - ΠΡΟΟΡΙΣΜΩΝ

<http://bgp.potaroo.net/>

Growth of the BGP Table - 1994 to Present



BGP Table Data

Report last updated at Mon, 23 Sep 2024 13:07:00 GMT

IPv4 BGP Reports

AS131072 APNIC R&D	982146
AS6447 Route-Views.Oregon-ix.net	981787

IPv4 Route-Views

IPv6 BGP Reports

AS131072 APNIC R&D	218193
AS6447 Route-Views.Oregon-ix.net	224396

ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΙΘΜΩΝ ΑΥΤΟΝΟΜΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

(ASN/RIR: Autonomous System Numbers ανά Regional Internet Registry & Συνολικά από ICAAN - IANA)

<http://bgp.potaroo.net/>

Χρονική Εξέλιξη Κατανομής ASN ανά RIR
(Regional Internet Registry)

Time Series of RIR AS Allocations

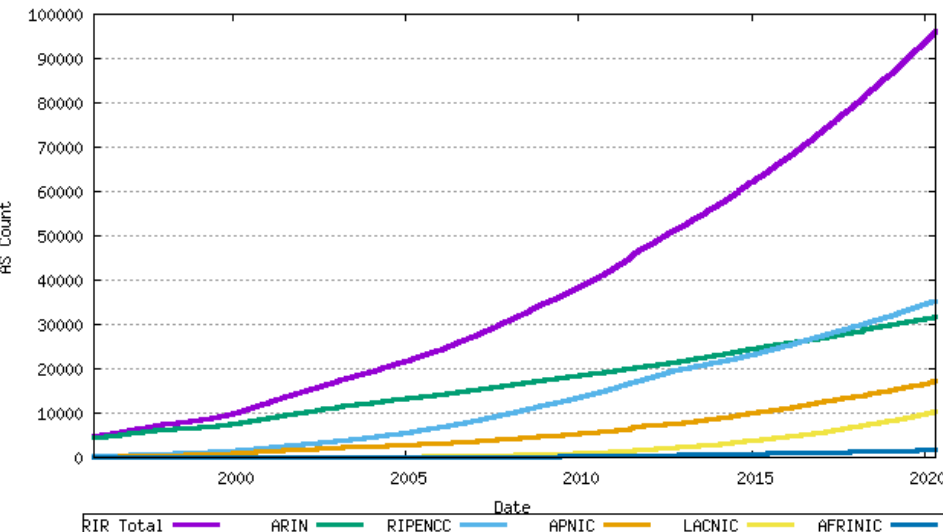


Figure 5 - Cumulative RIR AS assignments per RIR

Χρονική Εξέλιξη Συνολικού Αριθμού
Διαφημιζόμενων AS's μέσω BGP &
Συνολικού Αριθμού μη Διαφημιζόμενων AS's

Advertised / Unadvertised

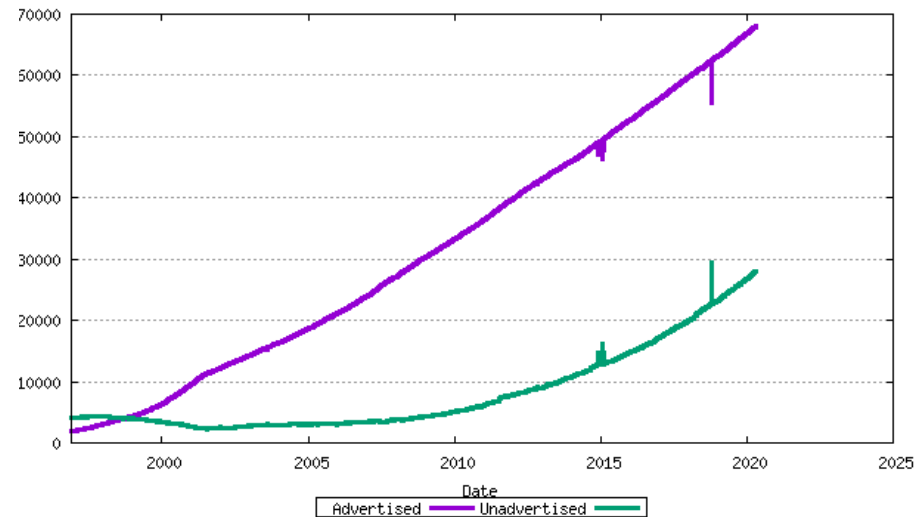


Figure 8 - Advertised / Unadvertised AS Count