

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ - NETWORK MANAGEMENT

Αρχιτεκτονική του Internet - Internet Architecture

Το Παγκόσμιο Internet - The Global Internet

Διευθυνσιοδότηση στο Internet - Internet Addressing

Αυτόνομες Περιοχές - Autonomous Systems, BGP

Β. Μάγκλαρης

maglaris@netmode.ntua.gr

www.netmode.ntua.gr

14/10/2019

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

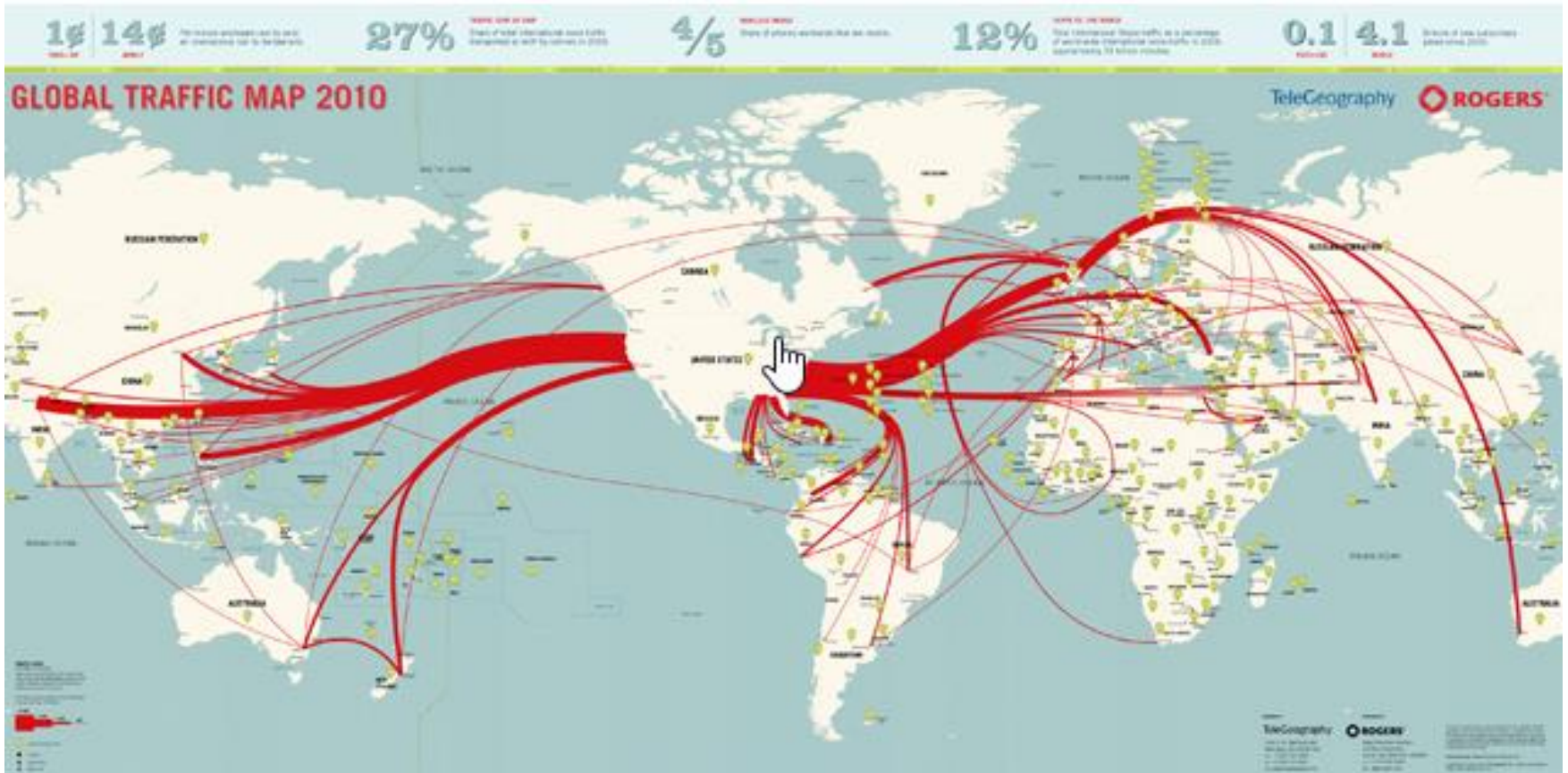


Mark Zuckerberg (1984): Facebook

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



TO INTERNET TO 2010



<https://www.telegeography.com/assets/website/images/maps/global-traffic-map-2010/global-traffic-map-2010-x.jpg>

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ INTERNET ΑΝΑ ΗΠΕΙΡΟ (1)

INTERNET USAGE STATISTICS

The Internet Big Picture

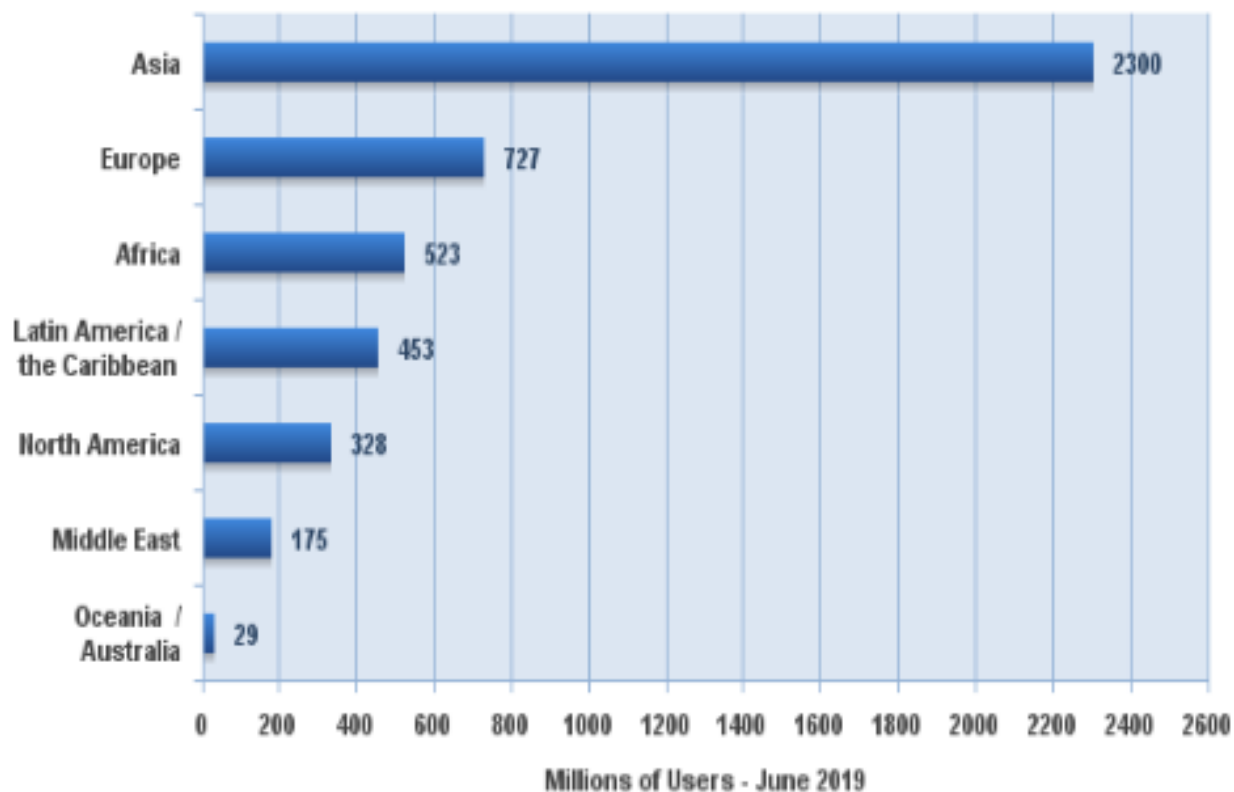
World Internet Users and 2019 Population Stats

WORLD INTERNET USAGE AND POPULATION STATISTICS 2019 Mid-Year Estimates						
World Regions	Population (2019 Est.)	Population % of World	Internet Users 30 June 2019	Penetration Rate (% Pop.)	Growth 2000-2019	Internet World %
Africa	1,320,038,716	17.1 %	522,809,480	39.6 %	11,481 %	11.5 %
Asia	4,241,972,790	55.0 %	2,300,469,859	54.2 %	1,913 %	50.7 %
Europe	829,173,007	10.7 %	727,559,682	87.7 %	592 %	16.0 %
Latin America / Caribbean	658,345,826	8.5 %	453,702,292	68.9 %	2,411 %	10.0 %
Middle East	258,356,867	3.3 %	175,502,589	67.9 %	5,243 %	3.9 %
North America	366,496,802	4.7 %	327,568,628	89.4 %	203 %	7.2 %
Oceania / Australia	41,839,201	0.5 %	28,636,278	68.4 %	276 %	0.6 %
WORLD TOTAL	7,716,223,209	100.0 %	4,536,248,808	58.8 %	1,157 %	100.0 %

NOTES: (1) Internet Usage and World Population Statistics estimates for June 30, 2019, as of Sept 20, 2019. (2) CLICK on each world region name for detailed regional usage information. (3) Demographic (Population) numbers are based on data from the [United Nations Population Division](#). (4) Internet usage information comes from data published by [Nielsen Online](#), by the [International Telecommunications Union](#), by [GfK](#), by local ICT Regulators and other reliable sources. (5) For definitions, navigation help and disclaimers, please refer to the [Website Surfing Guide](#). (6) The information from this website may be cited, giving the due credit and placing a link back to www.internetworldstats.com. Copyright © 2019, Miniwatts Marketing Group. All rights reserved worldwide.

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ INTERNET ΑΝΑ ΗΠΕΙΡΟ (2)

Internet Users in the World by Geographic Regions - Mid-Year 2019



Source: Internet World Stats - www.internetworldstats.com/stats.htm

Basis: 4,536,248,808 Internet users estimated in June 30, 2019

Copyright © 2019, Miniwatts Marketing Group

<http://www.internetworldstats.com/stats.htm>

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 Public IP Networks, Autonomous Domains

Autonomous System Numbers - ASN

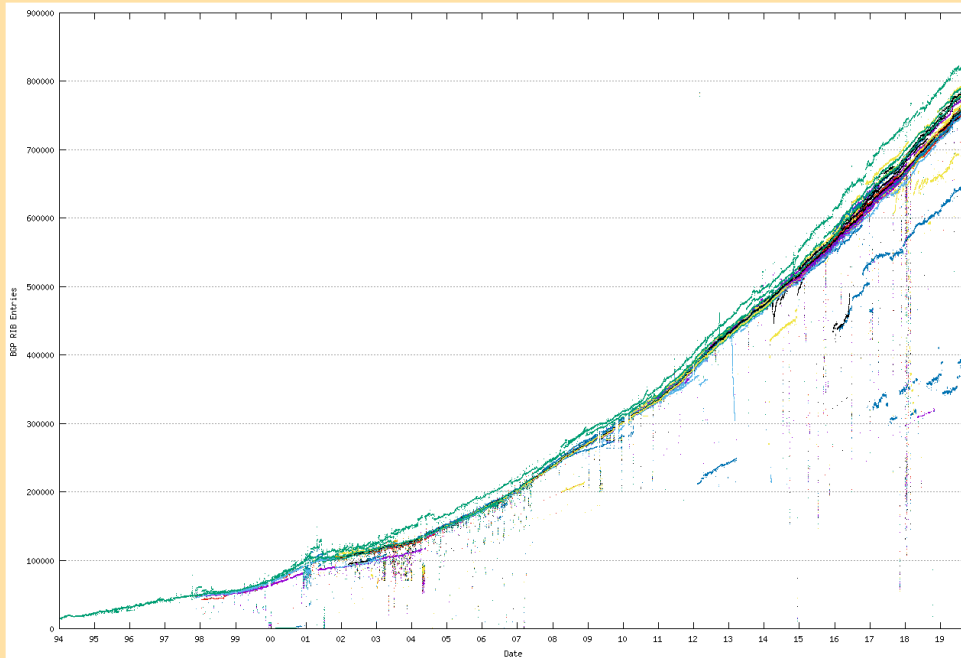
Border Gateway Protocol - BGP

- Το Internet σήμερα (Ιούνιος 2019)
 - Πάνω από **4.536.248.808** τελικοί χρήστες (συνδέσεις) σε συνολικό πληθυσμό 7.717.223.209, διείσδυση **58,8%**
 - Γύρω στα **830.000** ανακοινώσιμα δίκτυα – γνωστοί προορισμοί (announced public IPv4 networks via **BGP announcements**)
 - Ιεραρχικά ταξινομημένα σε Αυτόνομες Διαχειριστικές Περιοχές **AS** (Autonomous Systems) με μοναδικό αριθμό **ASN** (Autonomous System Number, 16 bits ή 32 bits)
 - Αριθμός διαφημιζόμενων (advertised) AS's μέσω BGP announcements: περίπου **65.999** (από 104.446 καταχωρημένα ASN)
 - Διάθεση 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)

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, 14 Oct 2019 08:19:15 GMT

IPv4 BGP Reports

AS131072 APNIC R&D 802426

AS6447 Route-Views.Oregon-ix.net 830652

IPv4 Route-Views

IPv6 BGP Reports

AS131072 APNIC R&D 76832

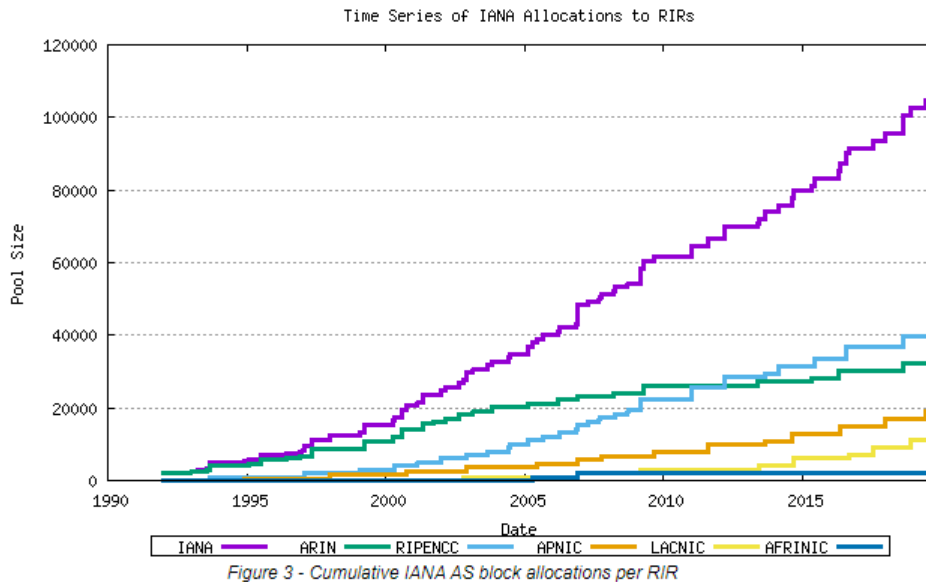
AS6447 Route-Views.Oregon-ix.net 79237

ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΙΘΜΩΝ ΑΥΤΟΝΟΜΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

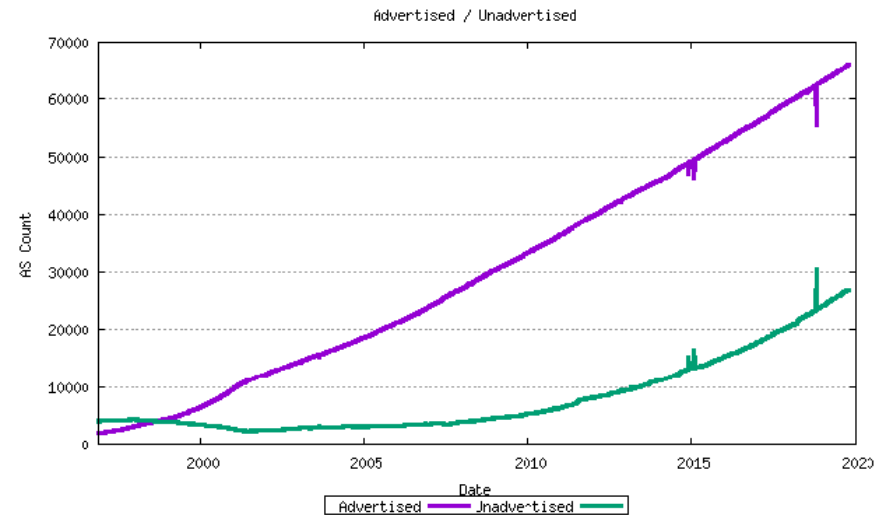
(ASN/RIR: Autonomous System Numbers ανά Regional Internet Registry & Συνολικά από ICAAN - IANA)

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

Χρονική Εξέλιξη Κατανομής ASN ανά RIR
(Regional Internet Registry)



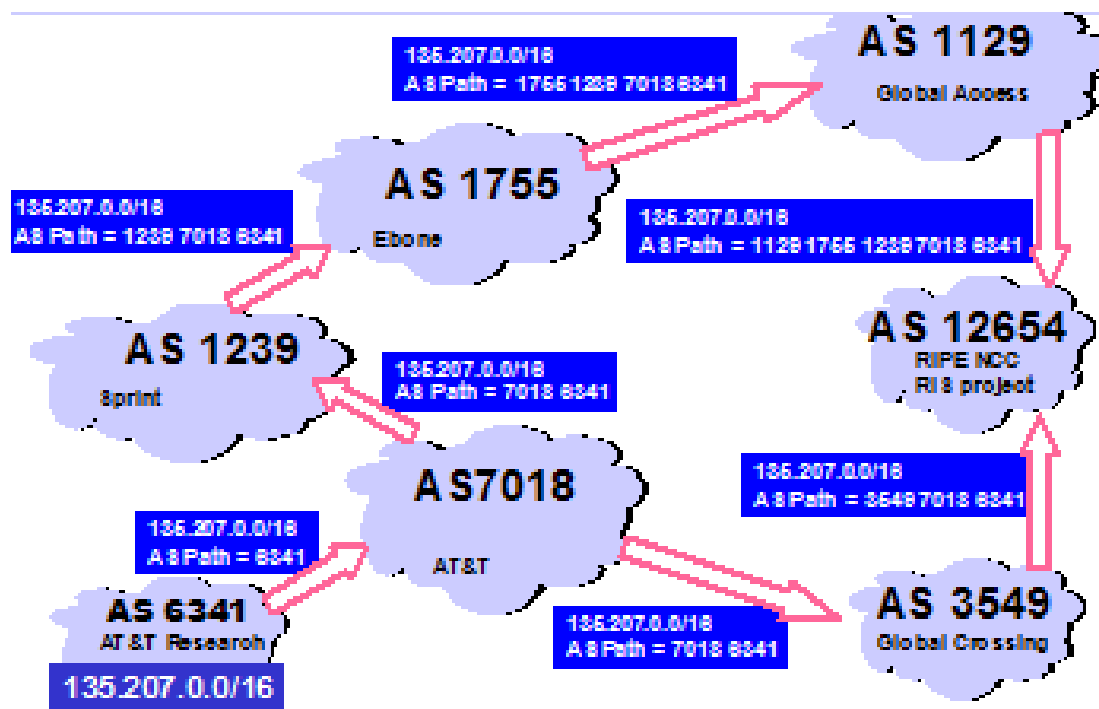
Χρονική Εξέλιξη Συνολικού Αριθμού Διαφημιζόμενων AS's μέσω BGP & Συνολικού Αριθμού μη Διαφημιζόμενων AS's



The ratio of unadvertised to advertised AS numbers can be plotted over time.

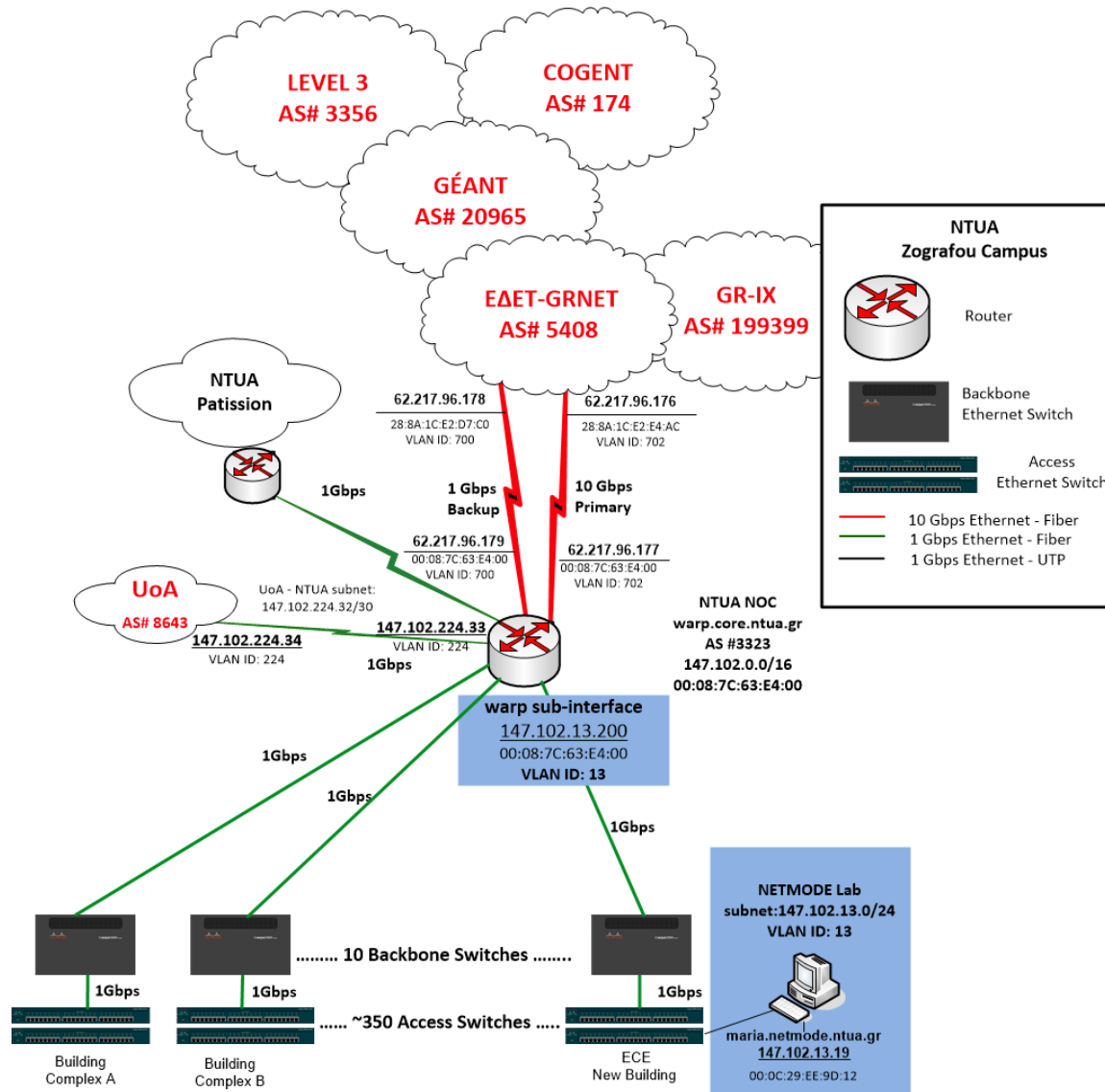
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ 135.207.0.0/16 ΜΕΣΩ BGP

(από παρουσίαση του *Timothy G. Griffin, AT&T Research, Paris 2002*)



ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΟΥ Ε.Μ.Π. (2016)

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



ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΚΟΡΜΟΥ ΤΟΥ ΕΔΕΤ - GRNET (2018)

Εθνικό Δίκτυο Έρευνας & Τεχνολογίας – Greek Research & Technology Network

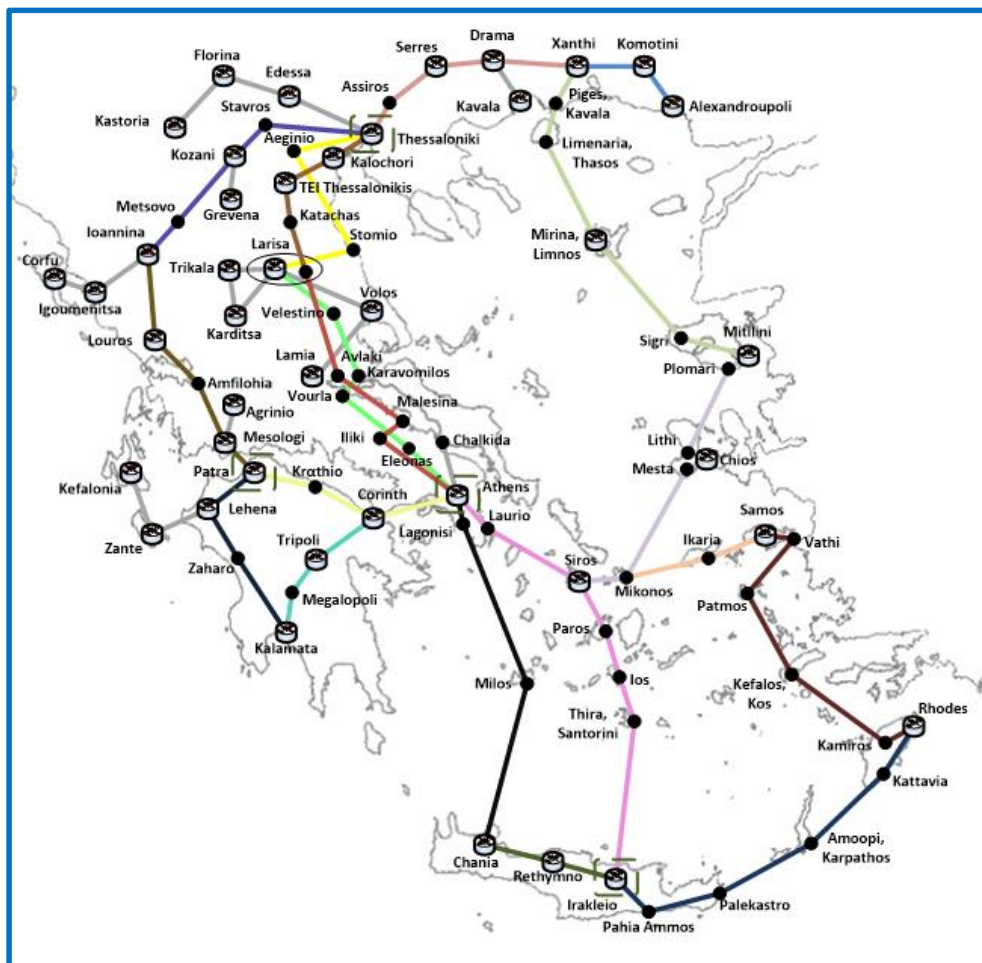
www.grnet.gr

Το Οπτικό Δίκτυο (Layer1 Topology)

Managed Dark Fibers

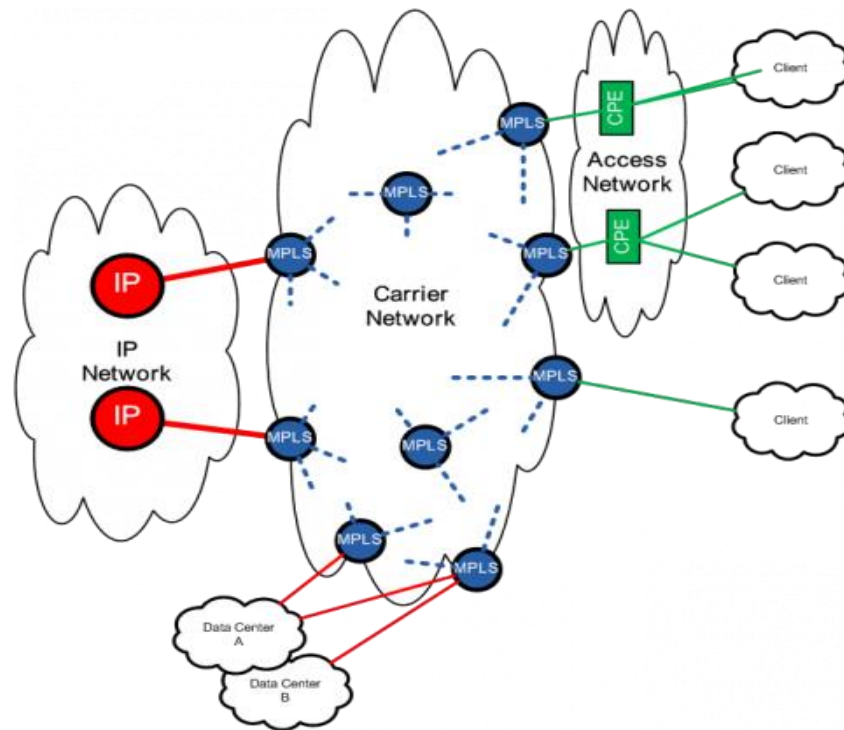
DWDM - Dense Wavelength Division Multiplexing

Ευέλικτοι Πολυπλέκτες - ROADM



Το Υπερκείμενο Δίκτυο IP/MPLS

(Layer 2.5, Layer 3 Overlay Topology)



151 Φορείς (ΑΕΙ, ΤΕΙ, Ερευνητικά Κέντρα, Σχολικό Δίκτυο)

400.000 Τελικοί Χρήστες

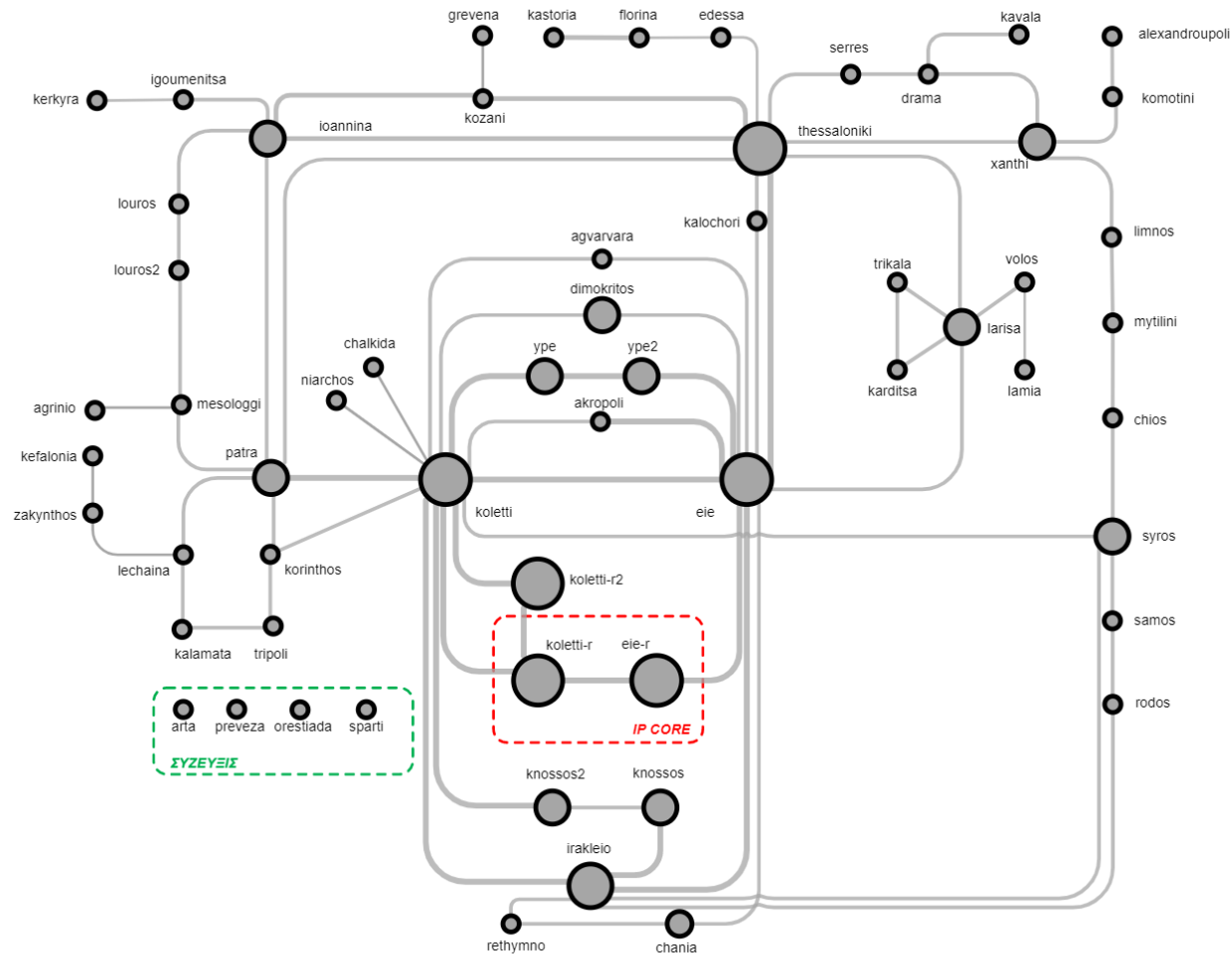
50 Πόλεις, **340** Σημεία Παρουσίας (PoP's)

1, 10 (100) Gbps/λ (DWDM 1-10 λ/fiber)

Διασύνδεση με GÉANT & Εμπορικό Internet

ΕΔΕΤ - GRNET: ΣΗΜΕΙΑ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ - Points-of-Presence, PoP (14/10/2019)

<https://netmon.grnet.gr/networkmap/>



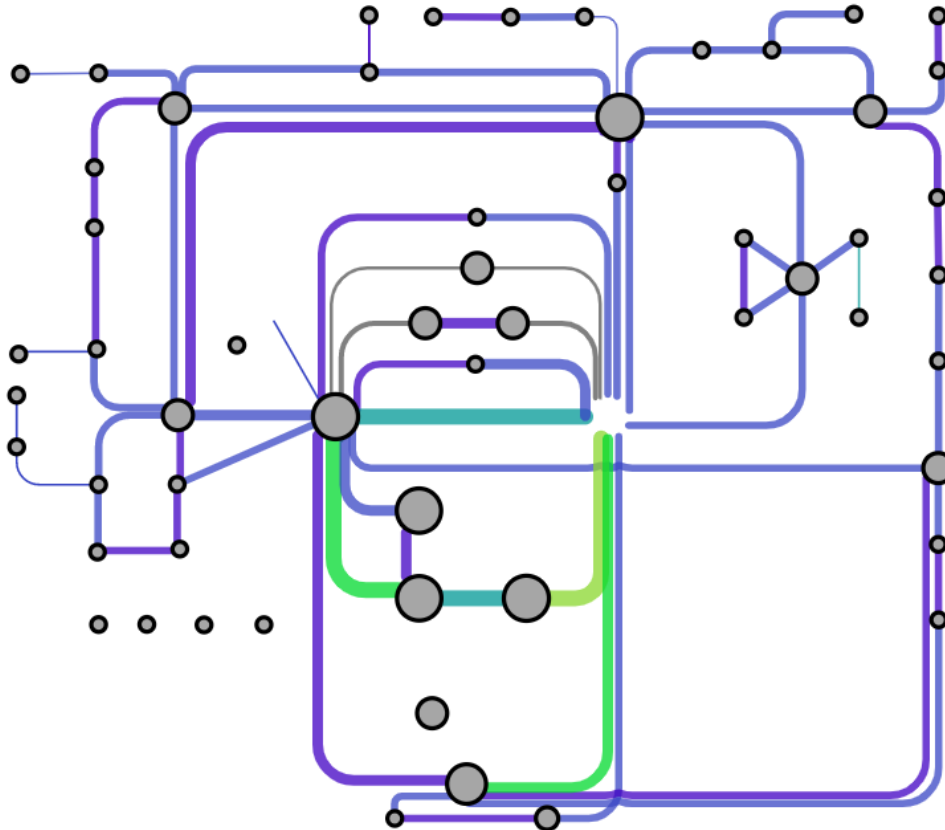
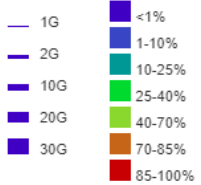
ΕΔΕΤ - GRNET: ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΚΟΡΜΟΥ - IP Overlay (14/10/2019)

<https://netmon.grnet.gr/networkmap/>

October 14, 2019 - October 13, 2019

Last Updated: 12:59:13

Carrier Links
IP Links



ΤΟ ΠΑΝΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΓÉΑΝΤ <http://www.geant.org/>

ΓÉΑΝΤ  the pan-European research and education network

ΔΙΑΣΥΝΔΕΕΙ ΜΕ ΟΠΤΙΚΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ 10-100 Gbps:

42 Εθνικά Δίκτυα Έρευνας & Εκπαίδευσης (National Research & Education Networks – NRENs)

ΤΕΛΙΚΟΙ ΧΡΗΣΤΕΣ:

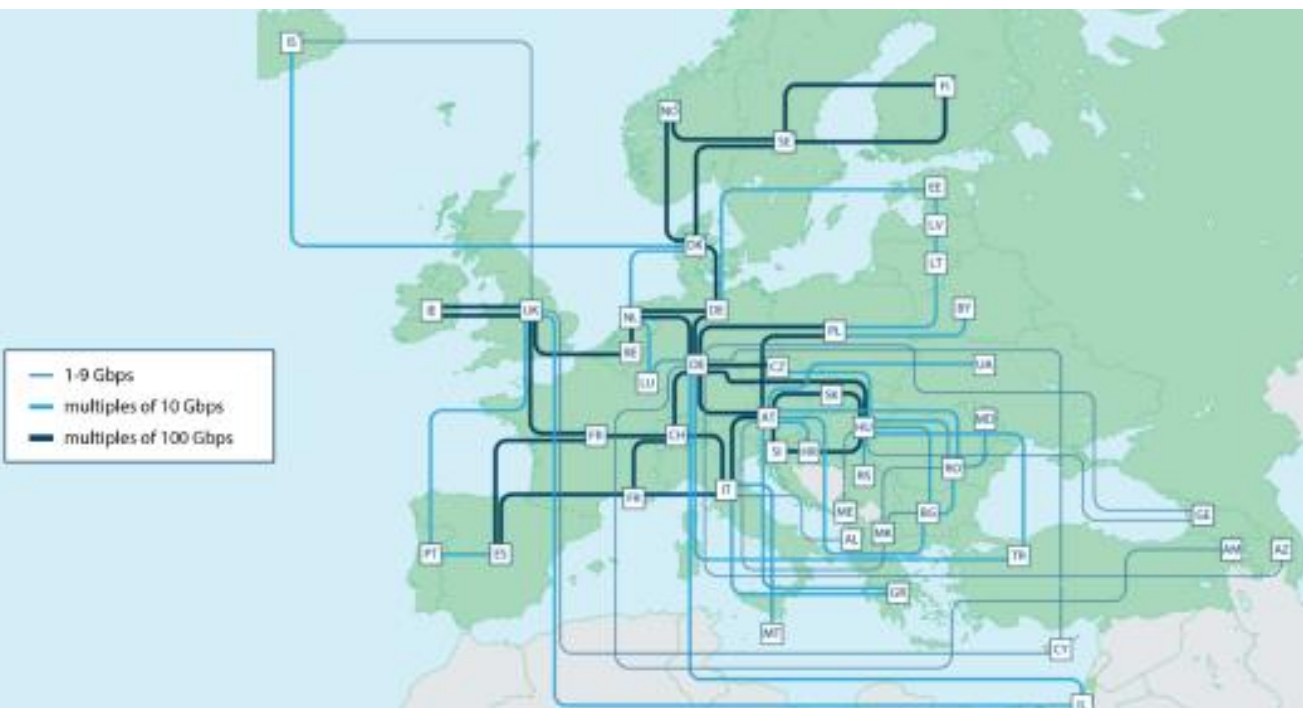
10.000 ++ Ιδρύματα

Ερευνητικές υποδομές παγκόσμιας εμβέλειας (CERN/HEP, ITER, ESFRI...)

50 εκ. ++ φοιτητές, μαθητές, εκπαιδευτικό προσωπικό, ερευνητές

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ:

DANTE + TERENA → ΓÉΑΝΤ Association



ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΓÉΑΝΤ (8/2017)



At the Heart of Global Research and Education Networking

