

# Συμπόσιο Ψηφιακής Τεχνολογίας “20 χρόνια ΕΔΕΤ”

Εθνική Βιβλιοθήκη της Ελλάδος, Κέντρο Πολιτισμού Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος



## Τεχνολογίες και λύσεις SDN στο GÉANT

Κωνσταντίνος Στάμος

Αθήνα

06 Νοεμβρίου 2018

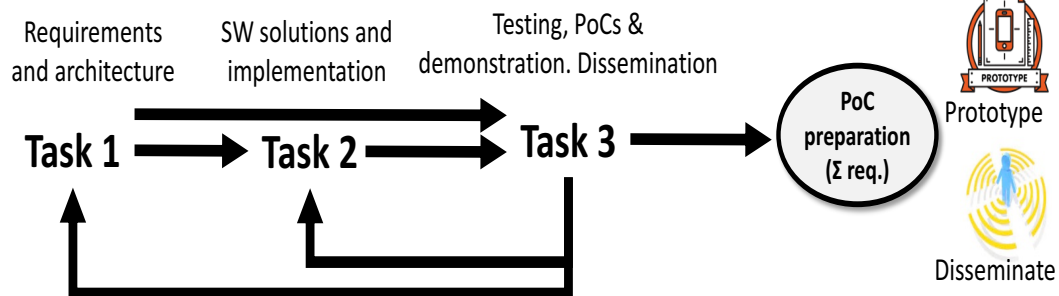
- Πανευρωπαϊκό δίκτυο το οποίο εξυπηρετεί ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις κίνησης
    - Πελάτες του τα NREN και εκατομμύρια τελικοί χρήστες
    - Απαιτείται μεγάλη χωρητικότητα, αξιοπιστία, μεγάλη γκάμα υπηρεσιών, πολλές διασυνδέσεις προς όλο τον κόσμο
  - Επιθυμία για τη μετάβαση σε πιο δυναμικό δίκτυο, και το “softwarization” των υπηρεσιών
    - Ευελιξία, αυτοματοποίηση
  - Δυναμικές υπηρεσίες L2
    - Πιο αποδοτικές και λιγότερο εξαρτημένες από proprietary τεχνολογίες
  - Αυτοματοποιημένες συνδέσεις και επέκταση IXP
    - Το Geant έχει 2 OXPs για διασύνδεση με εξωτερικά δίκτυα
  - Ωφέλη όσον αφορά το κόστος του SDN
    - Μειωμένα λειτουργικά-διαχειριστικά έξοδα
    - Πιο cost-efficient hardware
    - Standardized non proprietary λύσεις
-

## SDN εργασία στα πλαίσια των έργων Geant

GN4-1

Joint Research Activity 2

2015-16



GN4-2

Joint Research Activity 1 Task 2

2016-18

- Έρευνα και πειραματισμός σε SDN Controllers
- Συσχέτιση με τις ανάγκες Geant/NREN needs
  - Northbound applications
  - Southbound drivers, protocols
  - Controller core
- Συνεργασία με την κοινότητα του ONOS
- Pilots

Geant Cambridge Laboratory

- Corsa 6400/2100, Pica8 P3922, Dell S4810 switches, Juniper MX, Infinera OTSv (DTN-X με PXM κάρτες)

## Use Cases

### SDN-BoD

- Εξέλιξη των BoD υπηρεσιών μεταξύ Geant/NREN endpoints
- Multi-domain, εγγυημένου bandwidth, αυτοματοποιημένο service provisioning
- Αξιοπιστία, flow relocation, βελτιστοποίηση χρήσης πόρων

### SDX L2

- Αυτοματοποιημένη εγκαθίδρυση L2 κυκλωμάτων (αντί της χειροκίνητης δημιουργίας τους) σε ένα OXP
  - Δημιουργία Layer 2 tunnels μεταξύ σημείων σε ένα SDN δίκτυο
  - Υποστήριξη φυσικών interfaces ή VLANs
  - Δημιουργία Virtual SDX

### Transport SDN

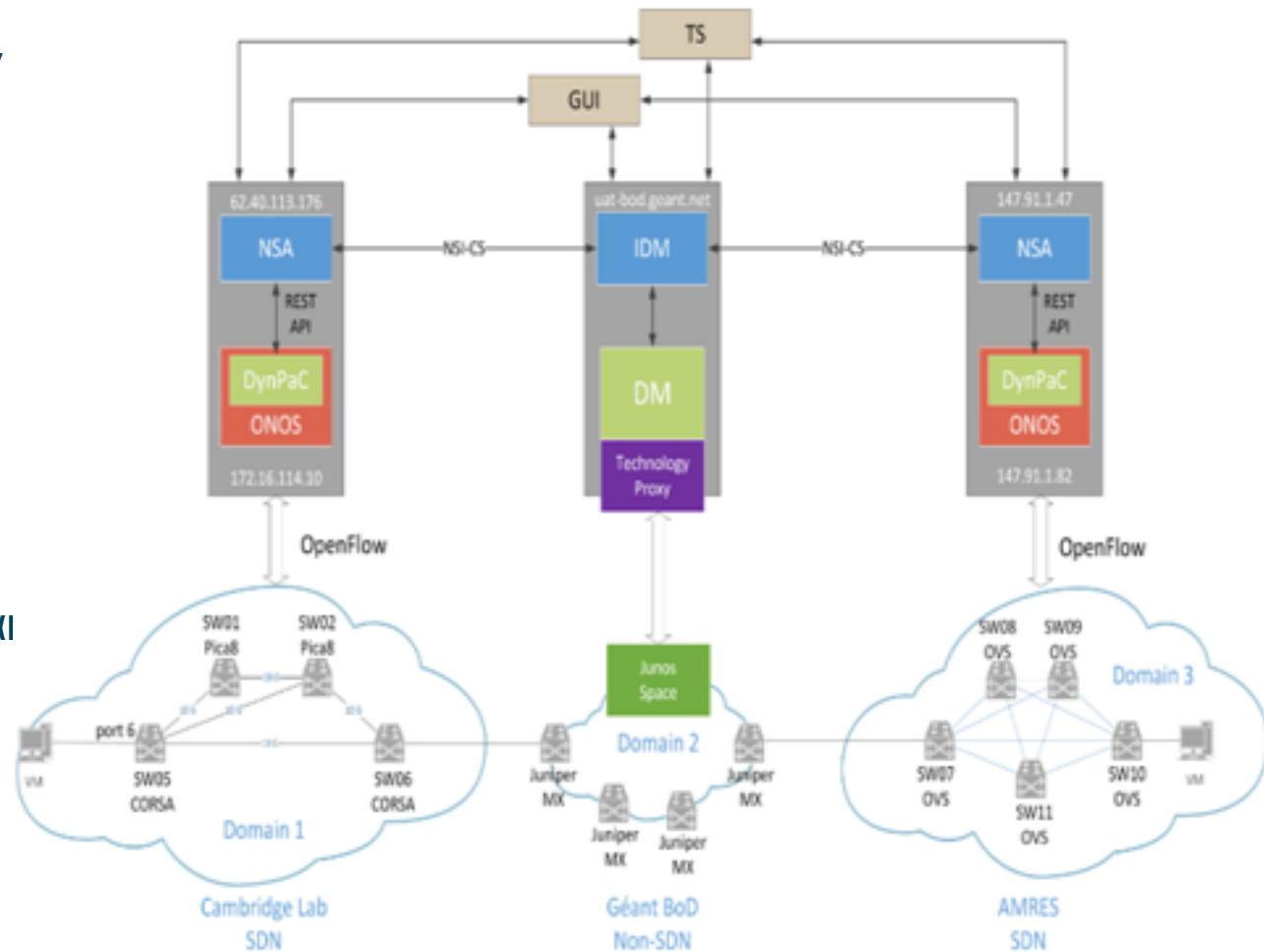
- Δυναμικός έλεγχος καρτών Infinera PXM σε εξοπλισμό DTN-X DWDM
- Κοινός SDN controller για επίπεδο πακέτου και οπτικό επίπεδο

### SDXL3/SDN-IP

- IP πάνω από ένα OpenFlow δίκτυο
-

# SDN-BoD

- Εφαρμογή DynPac στον ONOS
- NSI για multi-domain συντονισμό
- Προ-υπολογισμένα backup μονοπάτια για αξιοπιστία
- Μελλοντικές δεσμεύσεις και αποδοτική χρήση δικτυακών πόρων
- Reallocation
- Εγγυήσεις Bandwidth και αστυνόμευση κίνησης



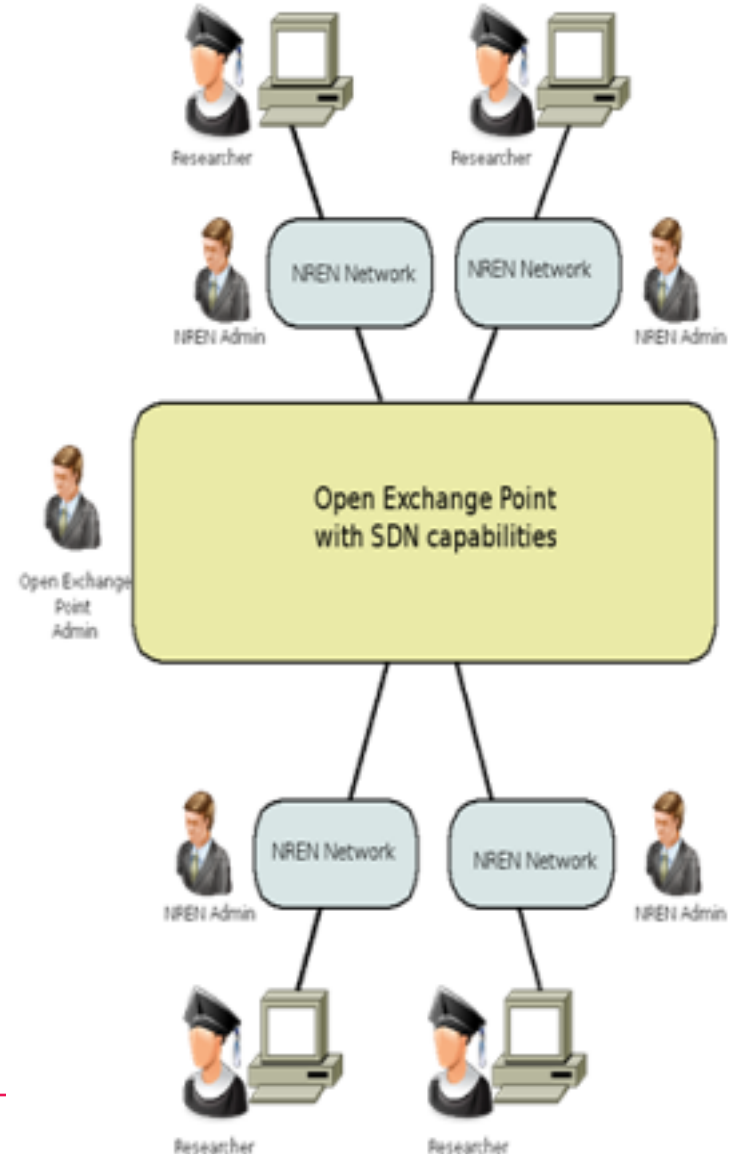
## Open Exchange Points με SDN

### Geant Open

- L2 κυκλώματα μεταξύ πελατών του Geant, εμπορικών εταιρών και τρίτων μερών
- Χειροκίνητη δημιουργία με VLAN tunnels

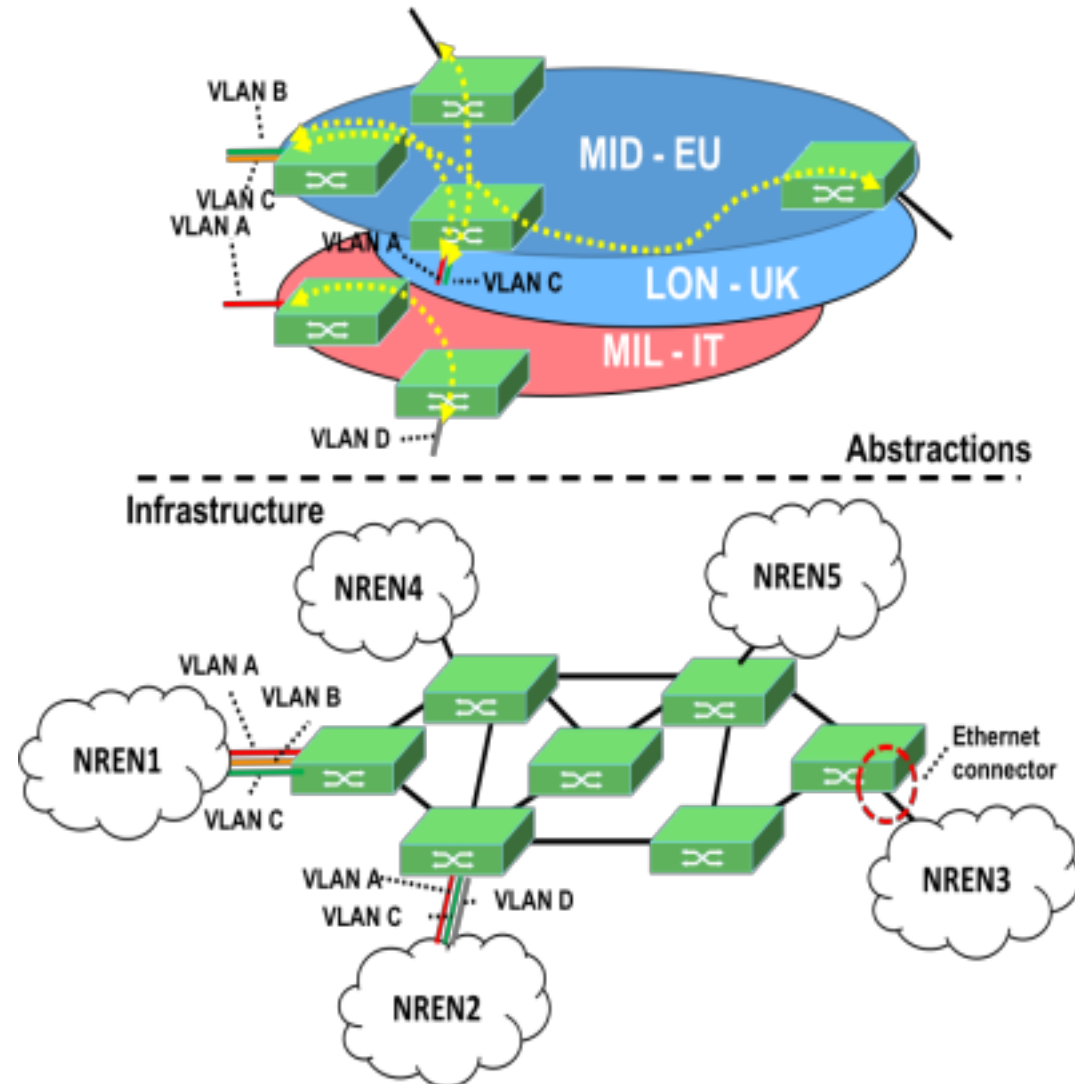
### Βελτίωση της αυτοματοποίησης

- Χρόνος παράδοσης υπηρεσιών μέχρι 5 μέρες
- Καλύτερο Monitoring/troubleshooting



## SDX L2

- Εφαρμογή στον ONOS
- Virtual SDX abstraction για τους διαχειριστές
- Virtual SDX isolation: Τα κυκλώματα ανήκουν σε ένα κάθε φορά SDX
- Point-to-point
  - Υπάρχει και το VPLS για multipoint συνδέσεις
- Μπορεί να γίνει και cluster deployment

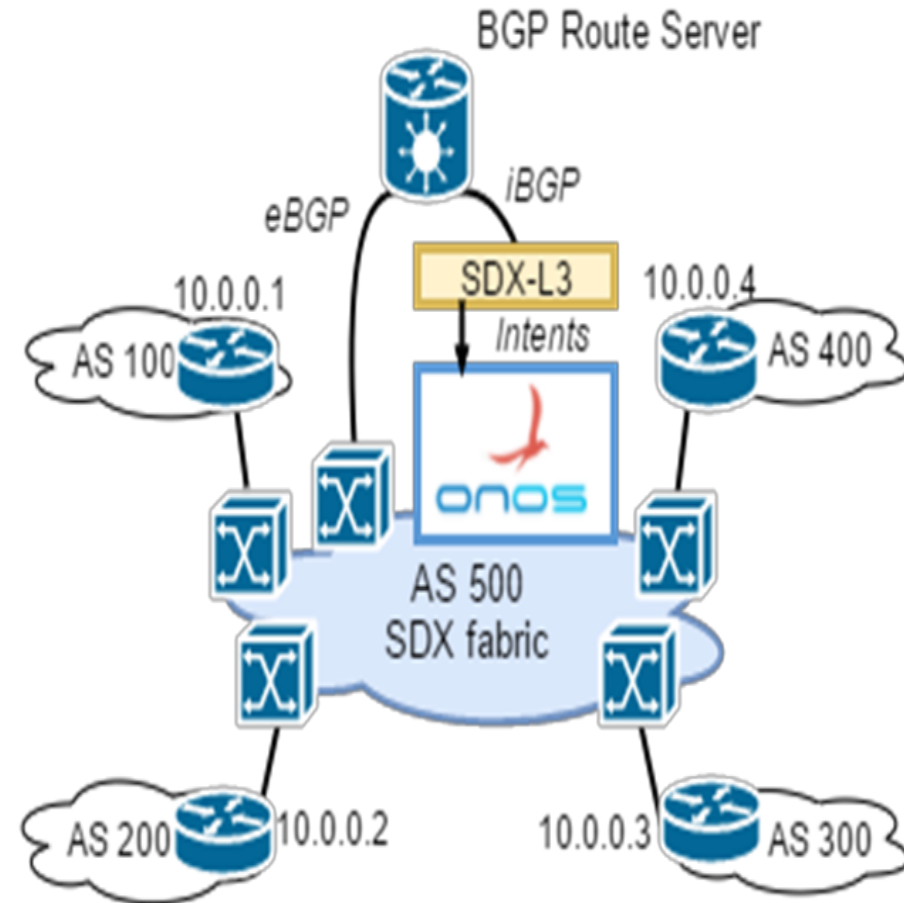


- Δημιουργία οπτικών κυκλωμάτων πάνω από εξοπλισμό DTN-X
  - Ο Controller μπορεί να πάρει πιο “έξυπνες” αποφάσεις για την κατανομή του bandwidth allocation στο OTN επίπεδο
  - Υλοποίηση του ONOS SB για το Infinera OTSv REST API
    - Υλοποίηση των συγκεκριμένων απαιτήσεων του Infinera REST API
    - Δημιουργία ONOS Adapter ως επέκταση στον υπάρχοντα REST provider του ONOS για να χειριστεί την έμμεση πρόσβαση του ONOS στις φυσικές συσκευές
  - Integration του OTS με τα ONOS intent abstractions
    - Domain Intent
-



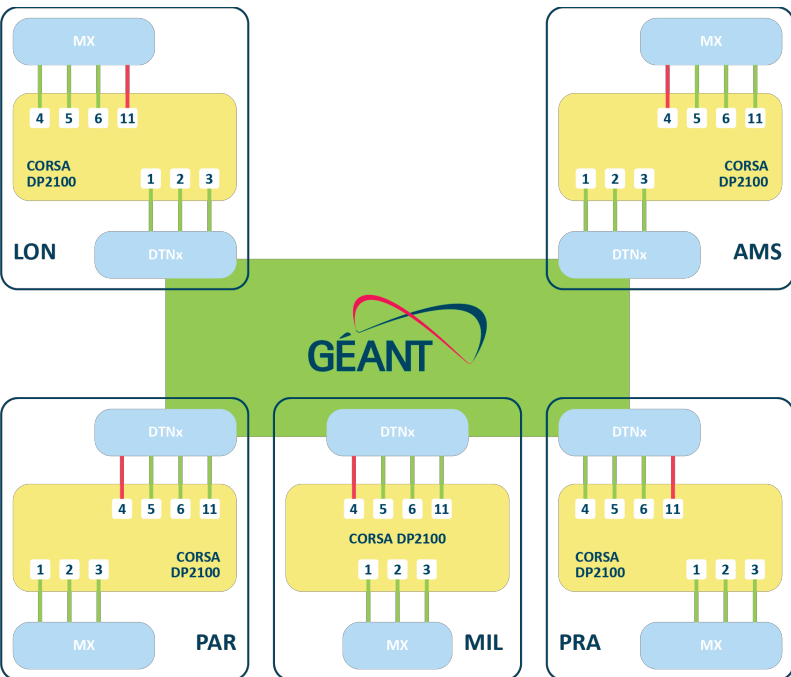
## SDX L3 / SDN-IP

- Διασύνδεση ενός SDN δικτύου με εξωτερικά AS μέσω του πρωτοκόλλου BGP
- Δυνατότητα του SDN δικτύου να δρομολογήσει κίνηση (και transit κίνηση μεταξύ εξωτερικών AS)
- Η SDX L3/SDN-IP εφαρμογή του ONOS επιτρέπει όλο το SDN δίκτυο να δρα ως δρομολογητής μετατρέποντας την πληροφορία δρομολόγησης σε κατάλληλους κανόνες προώθησης στα programmable switches
- Οι δικτυακοί δρομολογητές του δικτύου περιορίζονται στην ανταλλαγή των BGP μηνυμάτων, οπότε περιορίζεται ο φόρτος τους



- Εφαρμογή των Use Cases στο δίκτυο
  - Αξιολόγηση
  
  - Λειτουργικά σενάρια
    - Κατά πόσο εκπληρώνονται οι απαιτήσεις που έχουν τεθεί
  - Διαχειριστικές παράμετροι
    - Απαιτήσεις απόδοσης
    - Monitoring / troubleshooting
    - Τουλάχιστον αντίστοιχο επίπεδο με τις υπάρχουσες λύσεις
  - Scalability / reliability
  - Σενάρια χρήσης
    - Κατά πόσο ταιριάζουν στο αρχικό πρόβλημα που έχει τεθεί
-

# Η υποδομή για τα pilots



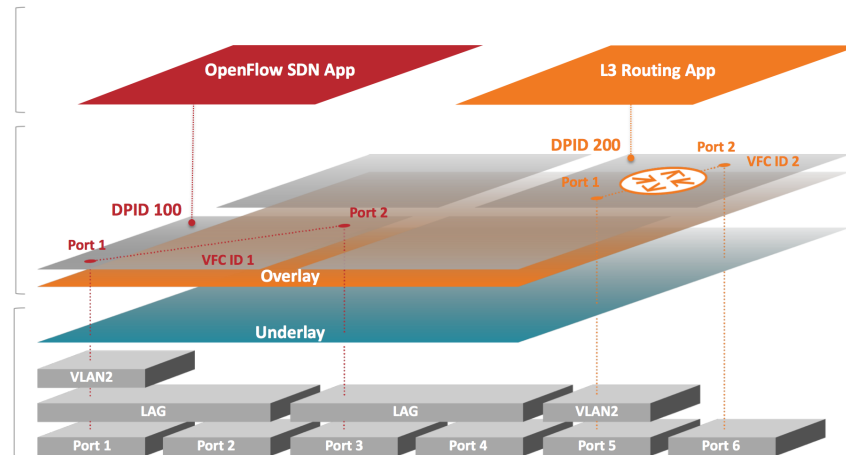
— 1G  
— 10G

## Virtual Forwarding Contexts within DP2000

**SDN Applications**  
Independent for each VFC  
OpenFlow 1.3+

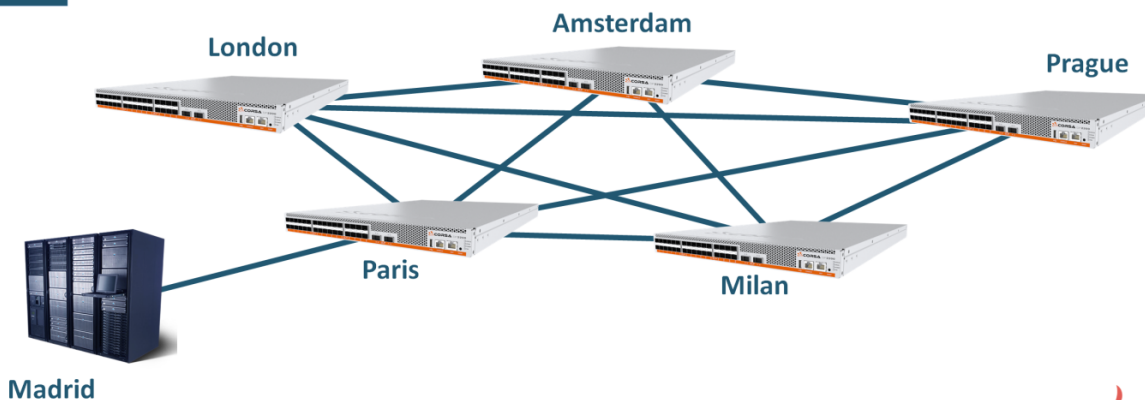
**Virtual Forwarding Contexts**  
Generic OF Switch  
L2 Circuit Switch  
L2 MAC Learning Switch  
L3 Router

**Logical Interfaces**  
Underlay Network Domain  
Controlled via REST API or CLI



## SDN Infrastructure

- Virtualization
- BW management
- Traffic isolation
- OpenFlow 1.3
- 1G/10G



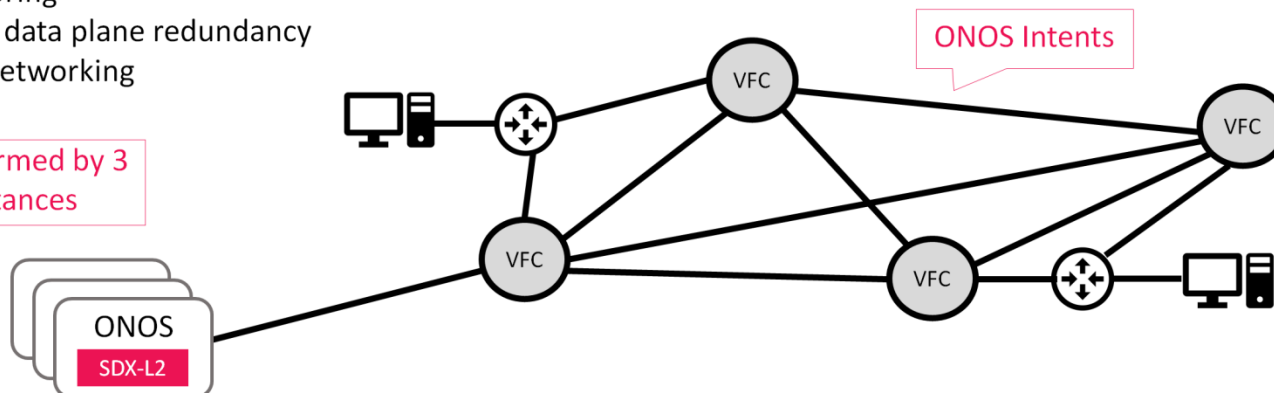
# Tα Use Cases τωv pilots

## SDX-L2

Automated provisioning of layer 2 tunnels between VLAN or Ethernet endpoints

- Service monitoring
- Controller and data plane redundancy
- Intent-based networking

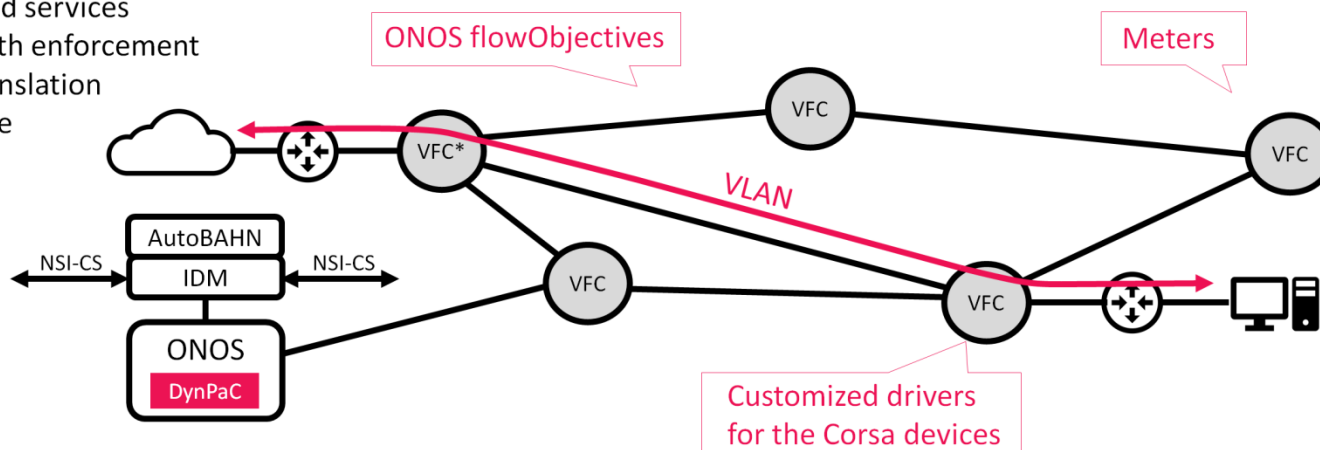
Cluster formed by 3 ONOS instances



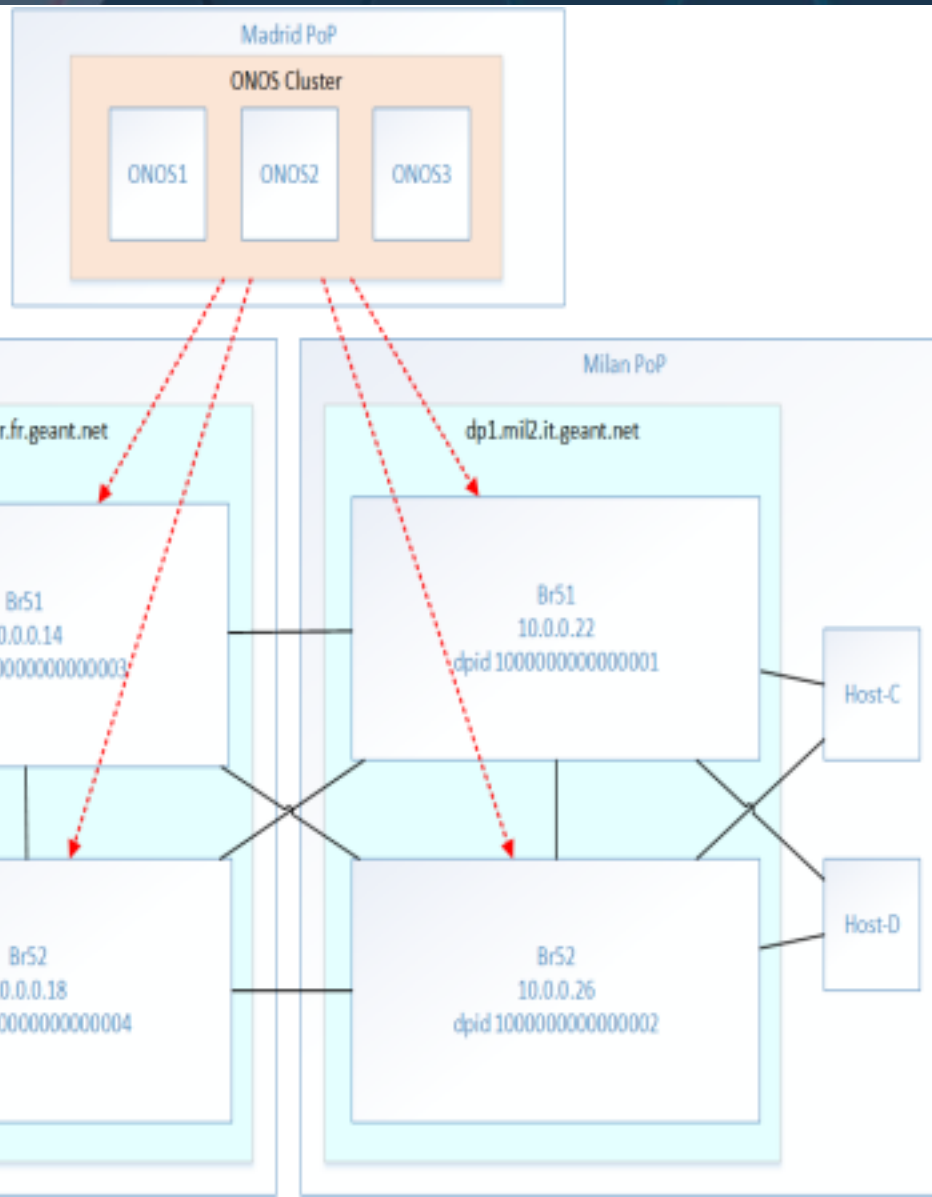
## BoD

Multi-domain circuits with bandwidth guarantees for a specified duration of time

- Scheduled services
- Bandwidth enforcement
- VLAN translation
- Resilience



## SDX L2 slice

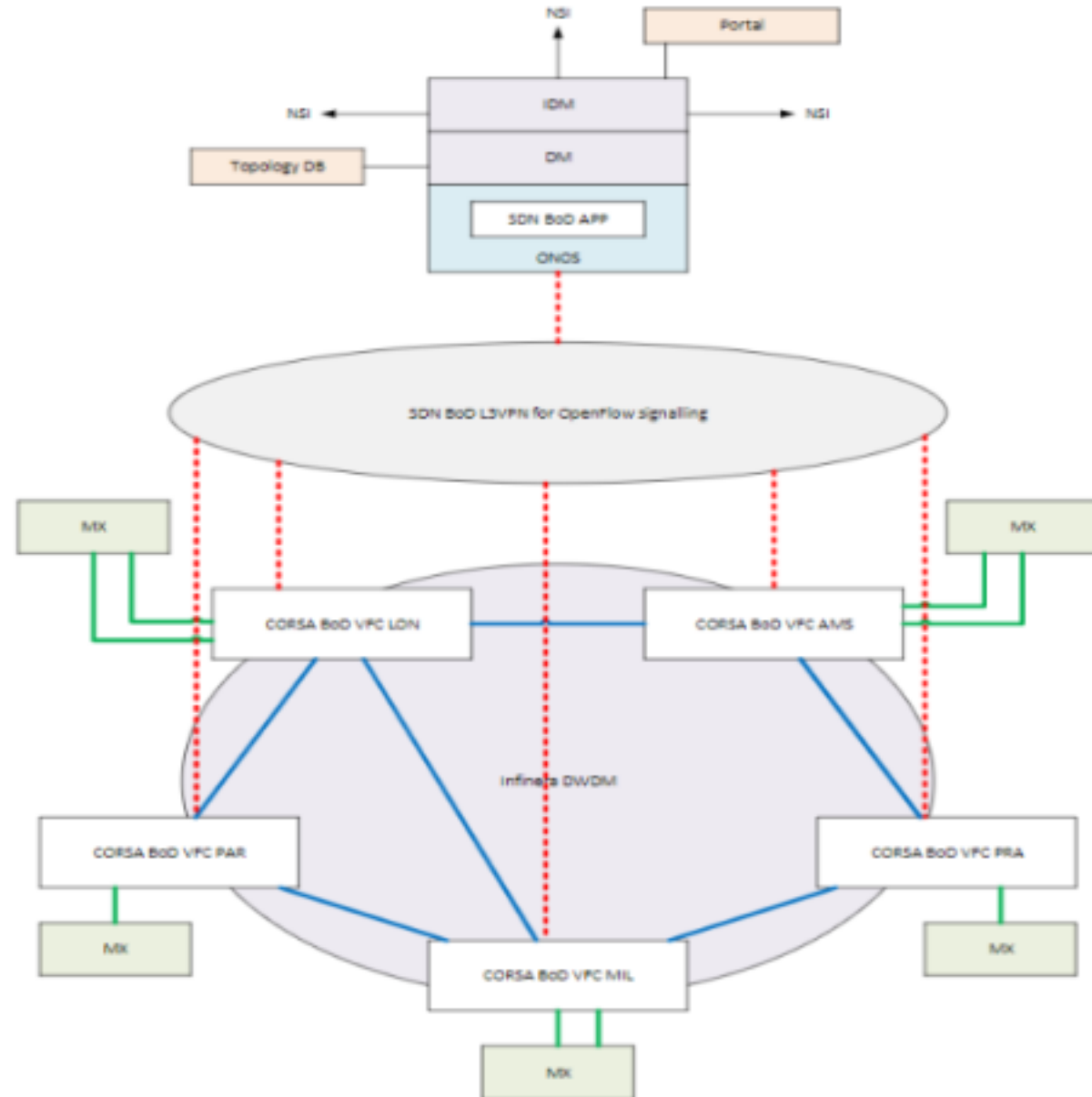


- Η υποδομή των pilots είναι απομονωμένη από το δίκτυο παραγωγής ώστε να μην υπάρξουν αρνητικές επιδράσεις
- 100Mbps όριο μετάδοσης για τους hosts
- Οι σύνδεσμοι μεταξύ των Corsa switches είναι multiplexed
- Μη πλήρης έλεγχος των switches (χρήση slice)
- Οι Hosts δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν VLANs (αλλά η κίνηση μπορεί να γίνει tagged στα ενδιάμεσα MXs)

- Λειτουργικότητα
    - Switch discovery, διαχείριση των SDX instances
    - Συνδέσεις μεταξύ full ports, VLAN tagged
    - VLAN ή no encapsulation
  - Διατήρηση της υπηρεσίας σε περίπτωση αστοχίας του control plane
  - Λειτουργία Cluster
    - Χρήση πολλαπλών ONOS instances
  - Περιορισμοί που εντοπίστηκαν
    - Χρειάζεται βελτίωση του Clustering από διαχειριστική σκοπιά
    - Τυχαία επιλογή VLAN για το encapsulation
    - Βελτίωση σταθερότητας και επαναληψιμότητας των δοκιμών
  - Δεύτερος γύρος pilot μετά από βελτιώσεις
  - Τα σχόλια από τους διαχειριστές του δικτύου είναι απαραίτητα για τις διορθώσεις
-

## SDN-BoD slice

- Διάφορες τοποθεσίες σε Geant POPs
- Διαλειτουργικότητα με άλλες υπηρεσίες εγγυημένου bandwidth
- Αξιολόγηση της δυνατότητας rate-limit των ροών στο επίπεδο που καθορίζει η υπηρεσία BoD
- Διερεύνηση δυνατοτήτων αυτόματης ανακάλυψης τοπολογίας και ενημερώσεων κατά τις αλλαγές τοπολογίας
- Αποδοτικός τρόπος αποδοχής αιτημάτων
- Βέλτιστη ανατοποθέτηση των ροών όταν χρειάζεται
- Κατάλληλη αντίδραση σε δικτυακές αστοχίες όταν πρόκειται για protected υπηρεσίες

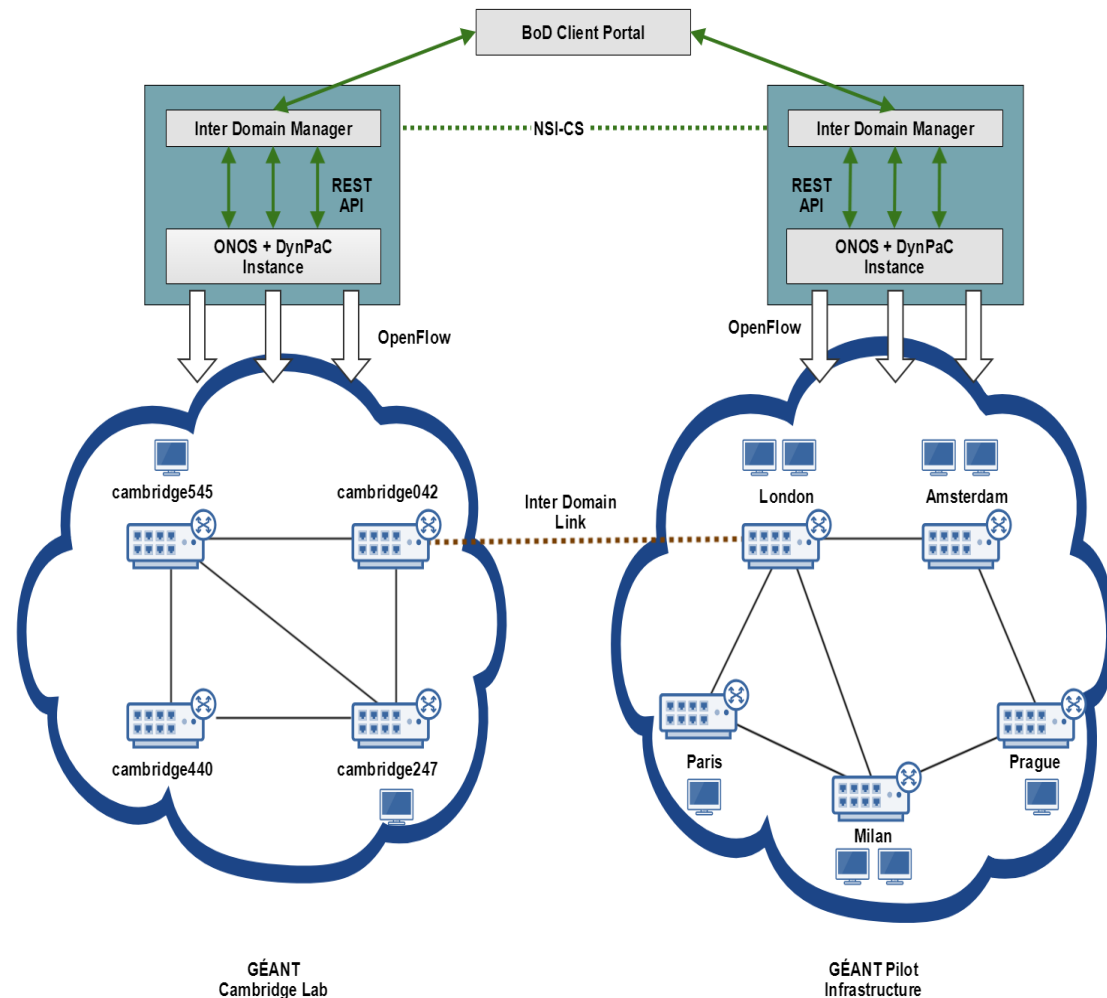


## Αποτελέσματα του SDN BoD pilot

- Δημιουργία προστατευμένων και μη μονοπατιών
- Multi-domain διαλειτουργικότητα
- Στατιστικά και διαχειριστική εικόνα

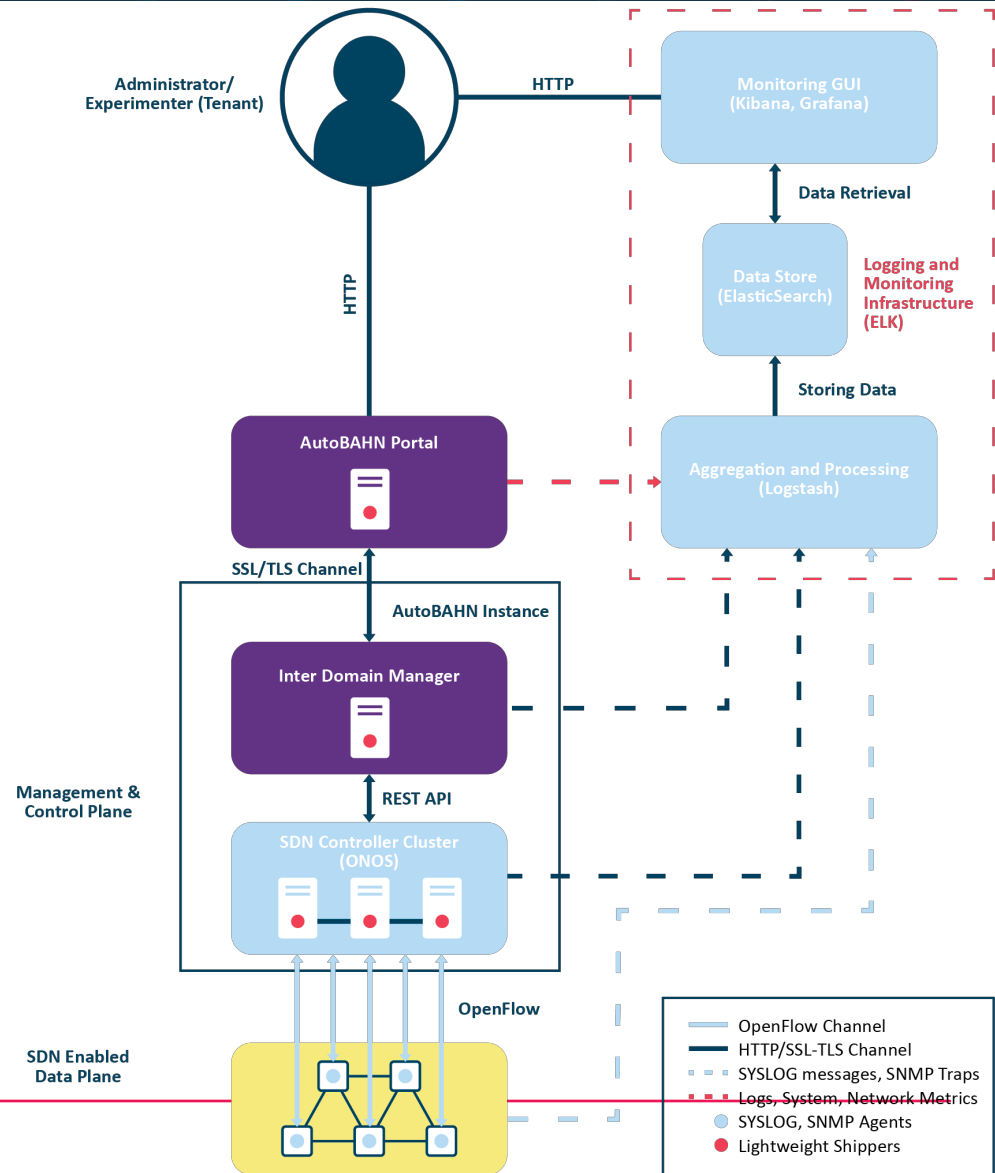
### Βελτιώσεις:

- Πληρέστερη διαχειριστική εικόνα (αλλαγές/προσθήκες στο ONOS UI)
- Γρηγορότερη αλλαγή σε εναλλακτικό μονοπάτι
- Περισσότερες διαχειριστικές δυνατότητες για την επιλογή των VLAN, μονοπατιών κλπ.

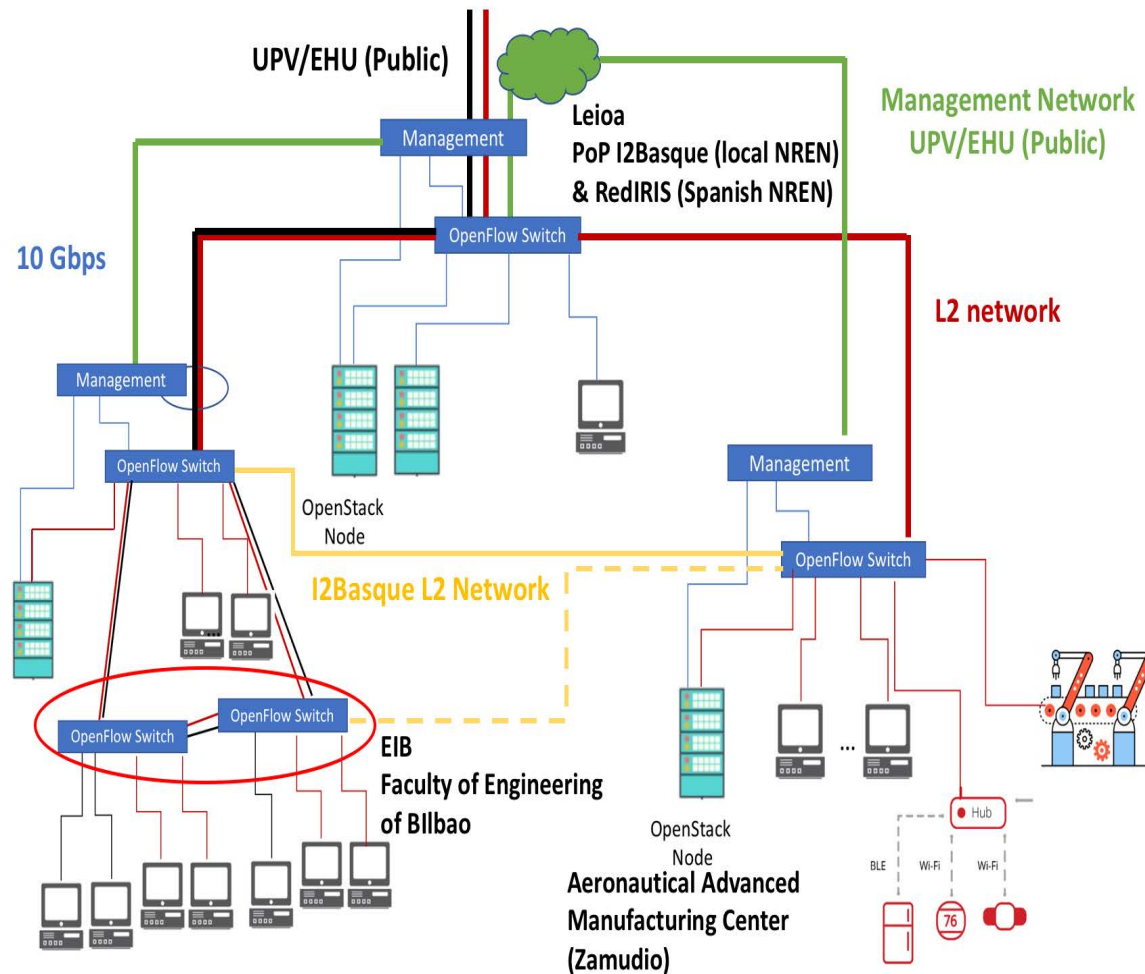




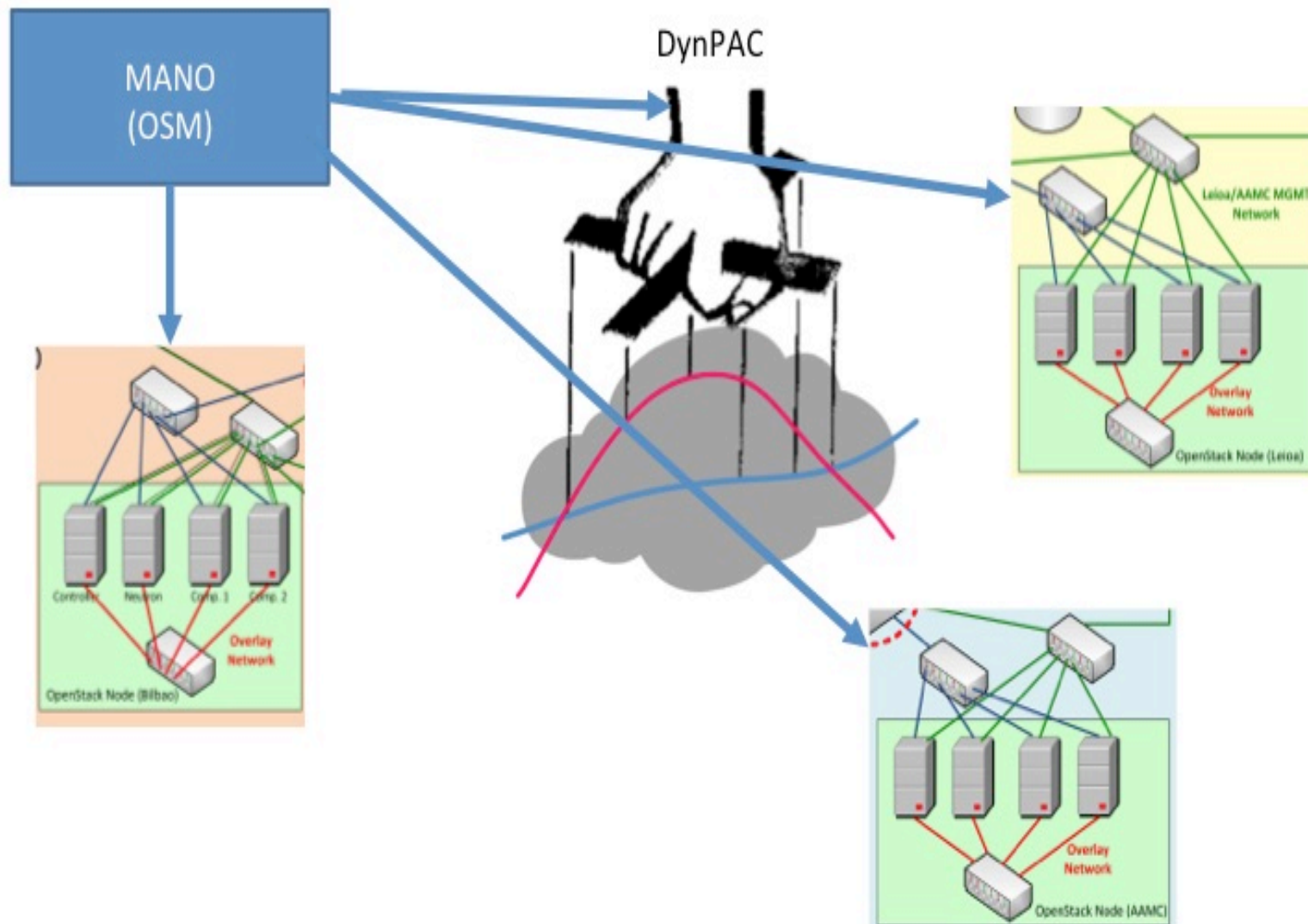
- Χρήση της στοίβας ELK
- Logs από τον ONOS και τις εφαρμογές
- Προσαρμοζόμενα φίλτρα για την παρουσίαση της πληροφορίας



- Διασύνδεση των εργαστηρίων στο Faculty of Engineering (Bilbao), του RedIRIS PoP και του I2Basque (REN στη χώρα των Βάσκων) και του AAMC (Aeronautics Advanced Manufacturing Centre).
- OpenStack κόμβοι με 4 φυσικούς σέρβερ έκαστος: controller και υπολογιστικοί κόμβοι που παρέχουν δεξαμενή πόρων για VNFs



Διαχείριση των Openstack κόμβων με MANO και DynPac για τη δημιουργία μονοπατιών



- CERN pilot (και άλλα user-driven pilots)
    - On demand κύκλωμα μεταξύ LHCOPN Tier 1 sites μέσω API
  - SDN-BoD pilot expansion
    - Janet, Grena
  - Μετάβαση στο νέο project GN4-3
-

# Συμπόσιο Ψηφιακής Τεχνολογίας “20 χρόνια ΕΔΕΤ”



Εθνική Βιβλιοθήκη της Ελλάδος, Κέντρο Πολιτισμού Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος

## Ευχαριστώ



This work is part of a project that has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under Grant Agreement No. 731122 (GN4-2).