



ARNES

Praktični vidiki upravljanja

Avgust Jauk,
Arnes, p.p. 7, SI - 1001 Ljubljana

Ljubljana, 9.1.2025

VSEBINA

- Izobraževalno/raziskovalna omrežja
- Arnes, storitve
- Upravljanje omrežja ARNES
 - Kaj upravljati
 - Orodja
 - Varnost
- Diagnosticiranje
- Kvantna doba

Izobraževalno/raziskovalna omrežja

- Namen
 - Kakovostne, inovativne storitve za R&I
 - Podpora mobilnosti
 - “Neodvisnost” od lokacije in časa
 - Študentje, profesorji, raziskovalci
 - Razvoj novih storitev
- Zaprta skupino uporabnikov



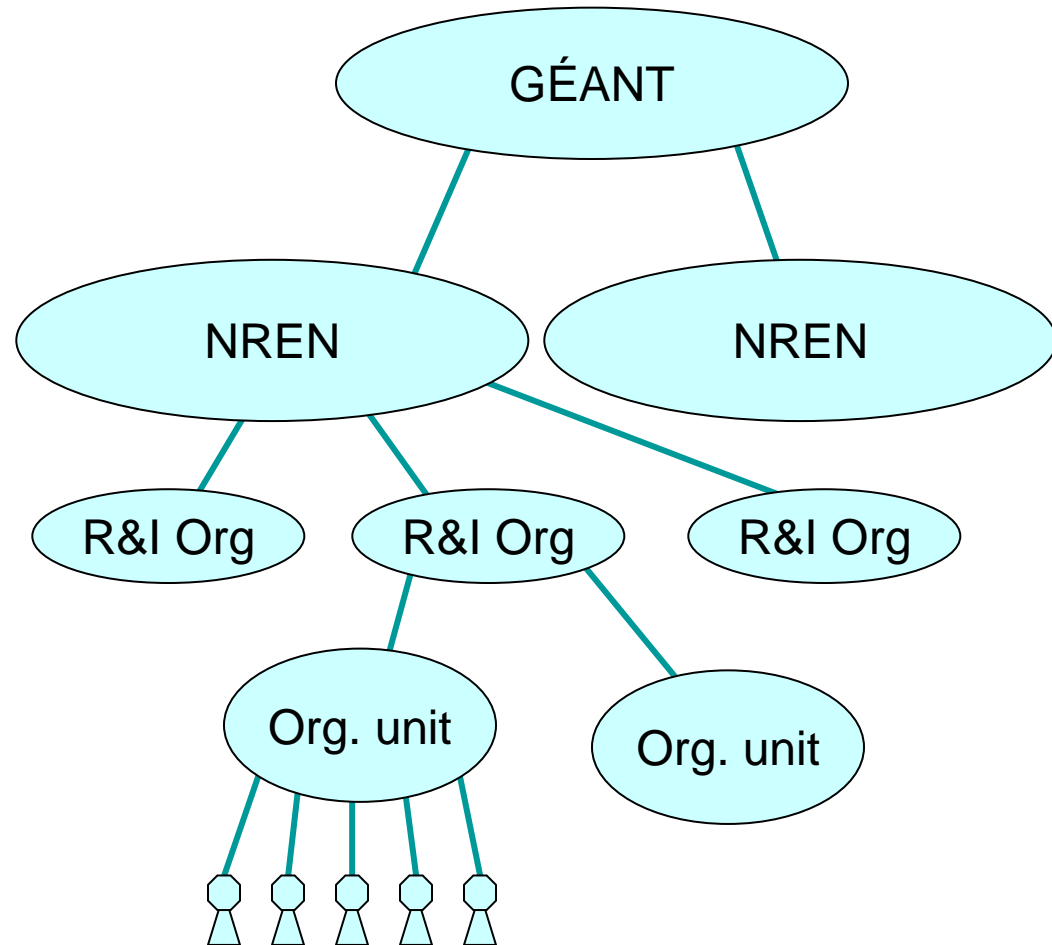
Hierarhična struktura

GÉANT

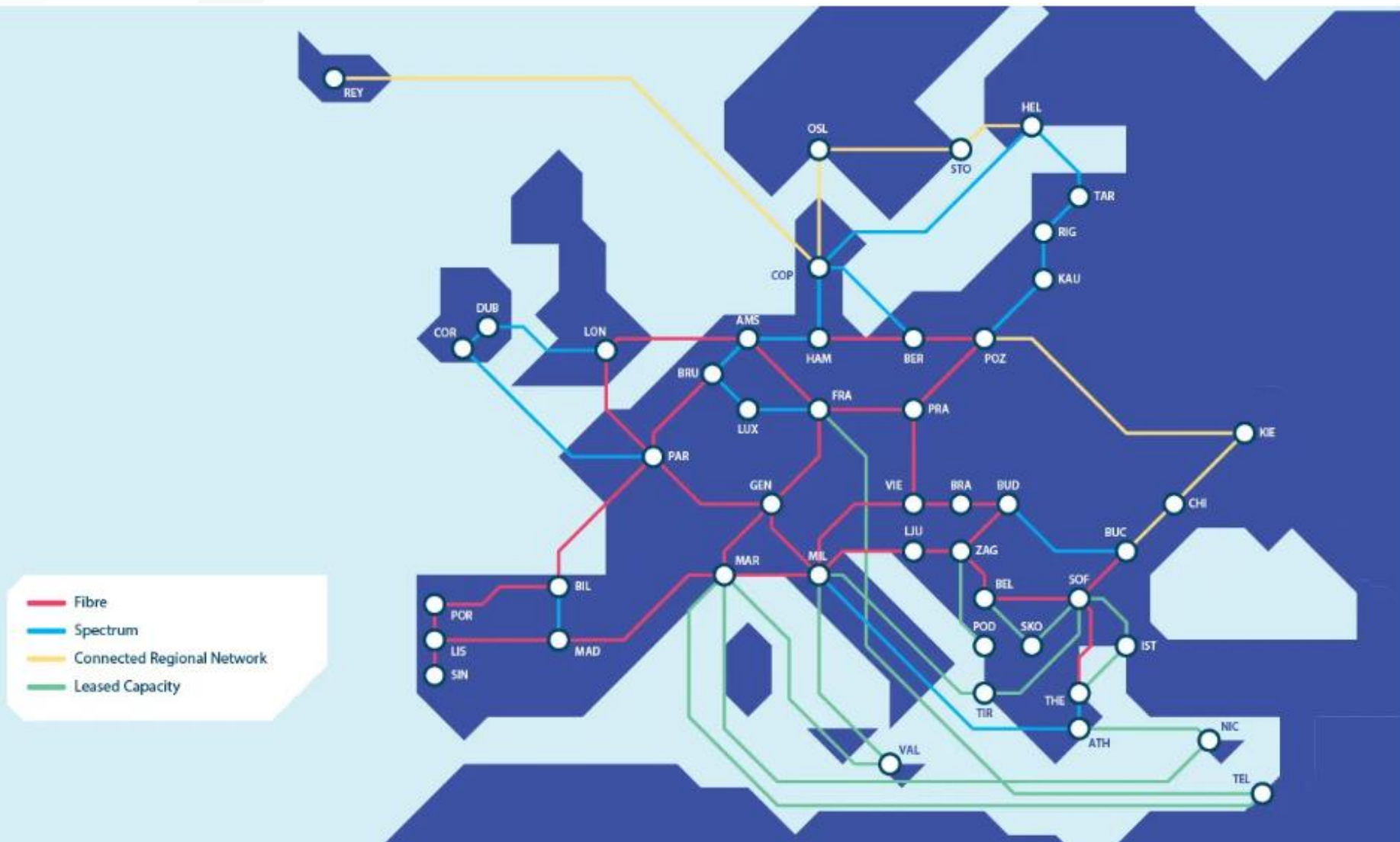
36+ NREN-ov

3.000+ raziskovalnih in
izobraževalnih organizacij

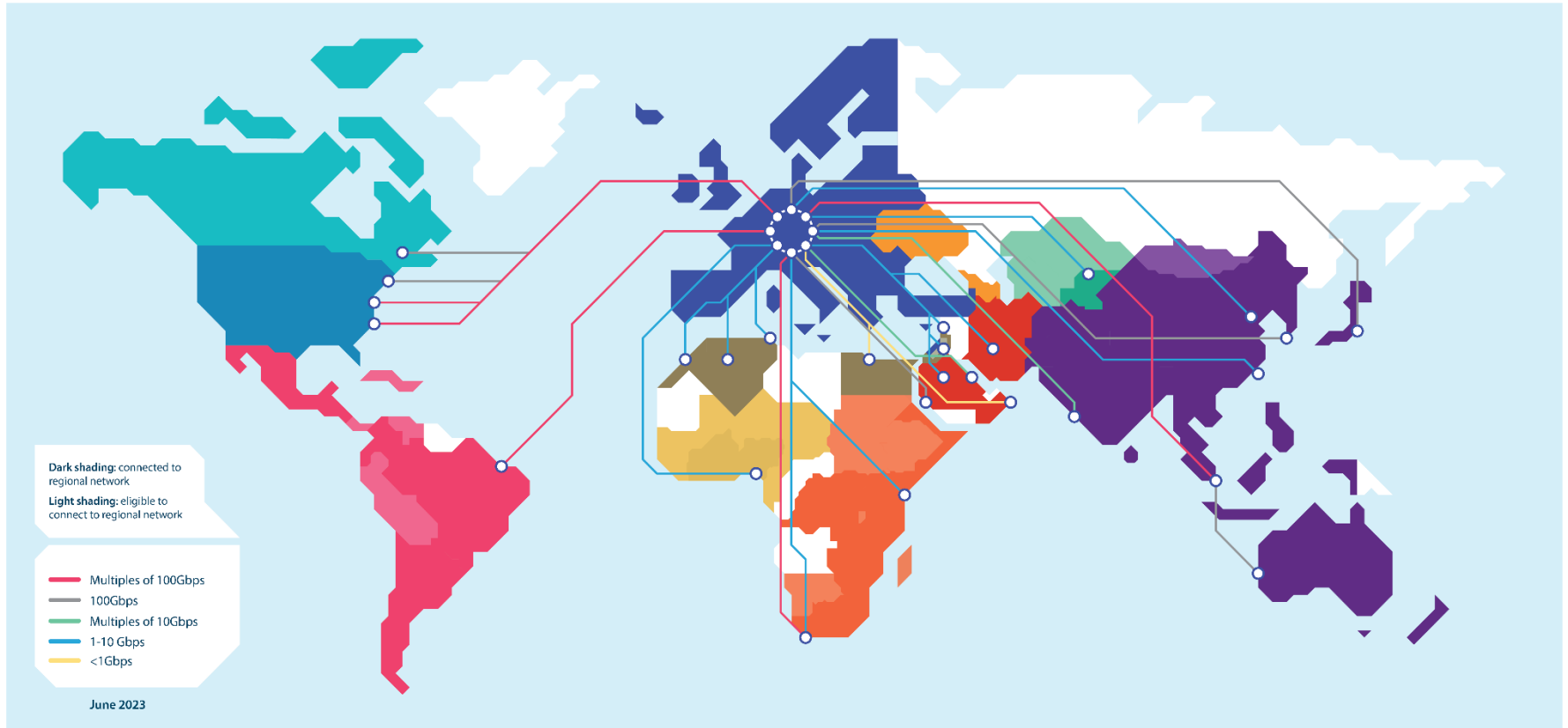
40+ M uporabnikov



Evropsko omrežje - GÉANT



AT THE HEART OF GLOBAL RESEARCH AND EDUCATION NETWORKING



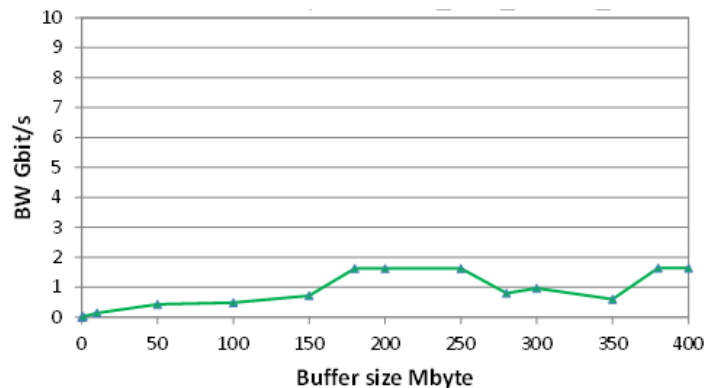
Canada & USA Latin America Europe North Africa & Eastern Mediterranean West & Central Africa Eastern & Southern Africa Central Asia Asia-Pacific Other R&E Networks



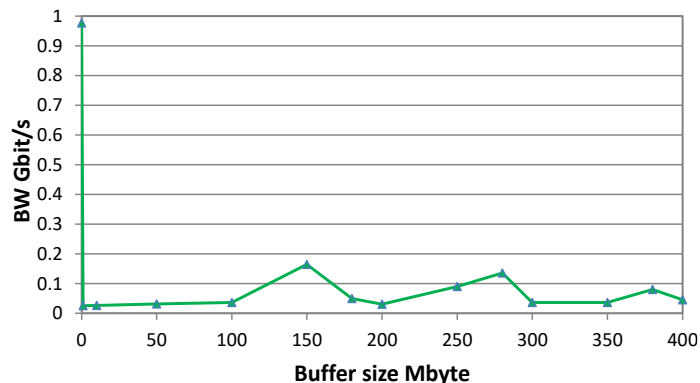
Optimizirano za velike prenose

Javni internet

Ženeva - Canberra

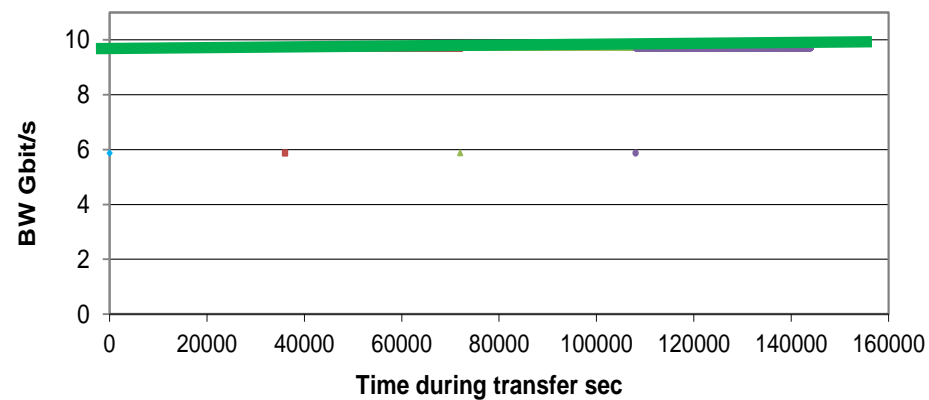


Ženeva - Canberra



GÉANT + R&I omrežja

Geneva – Canberra: GÉANT + R&I omrežja

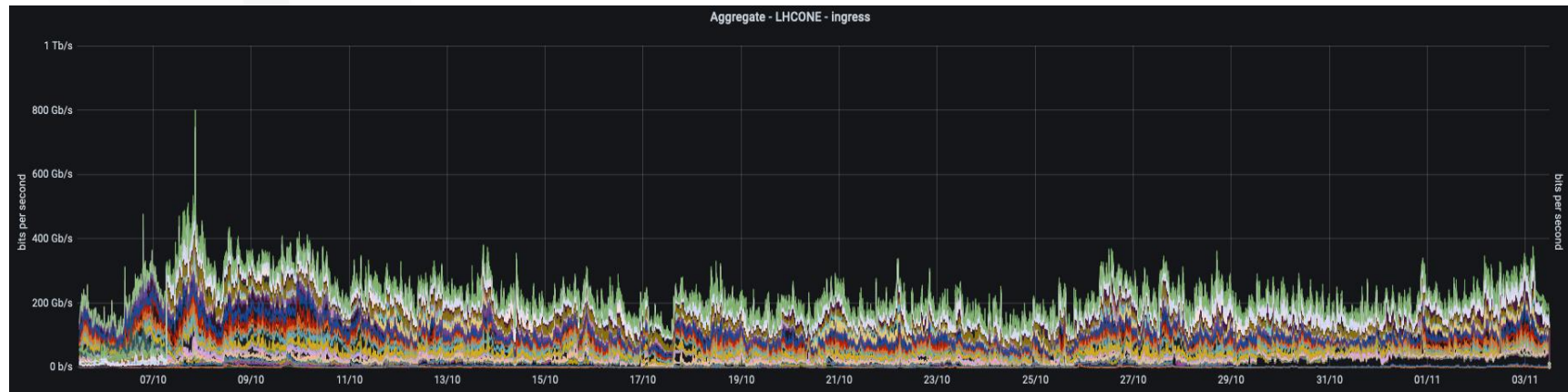
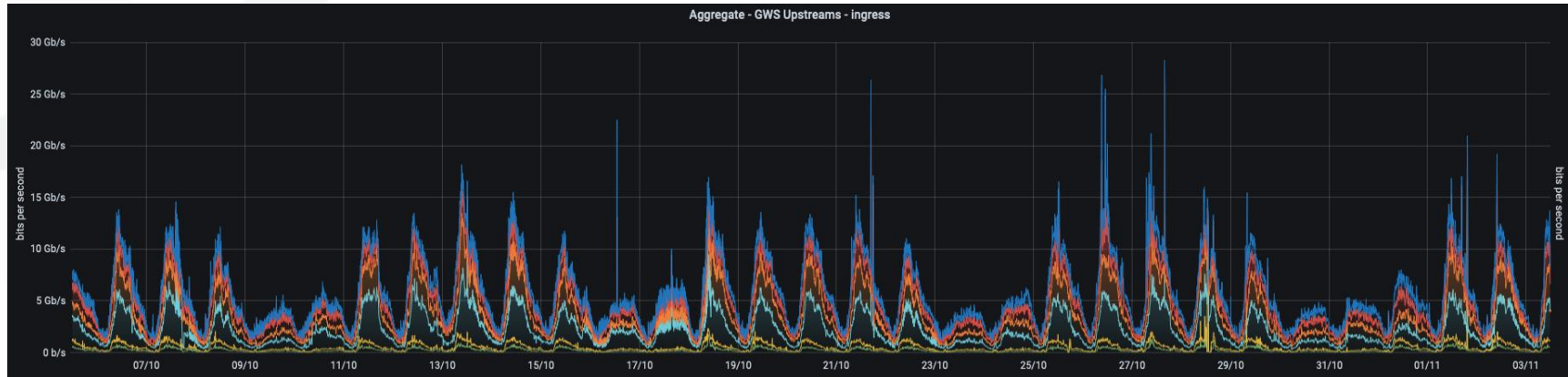


R&I omrežja so načrtovana za različne namene kot internet

Comparative Times for a 100TByte data transfer.

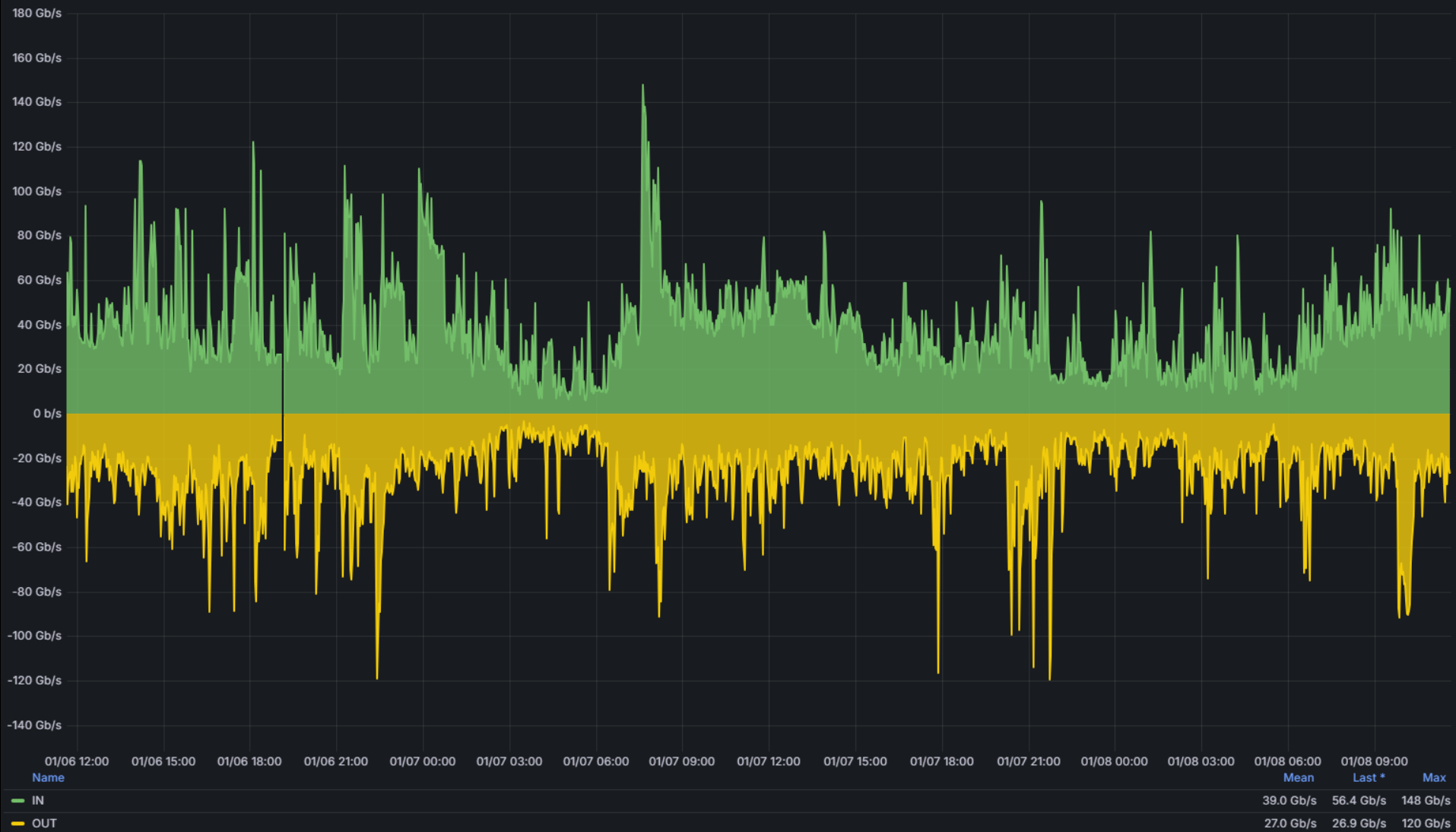
File Size (TB)	Data rate (Gbit/s)	Time taken (Hours)	Time Taken (Days)	
NREN	100	9.27	34.0	1.4
ISP A	100	1.72	183.2	7.6
ISP B	100	0.11	2864.3	119.3

Niso vse „živali“ enake



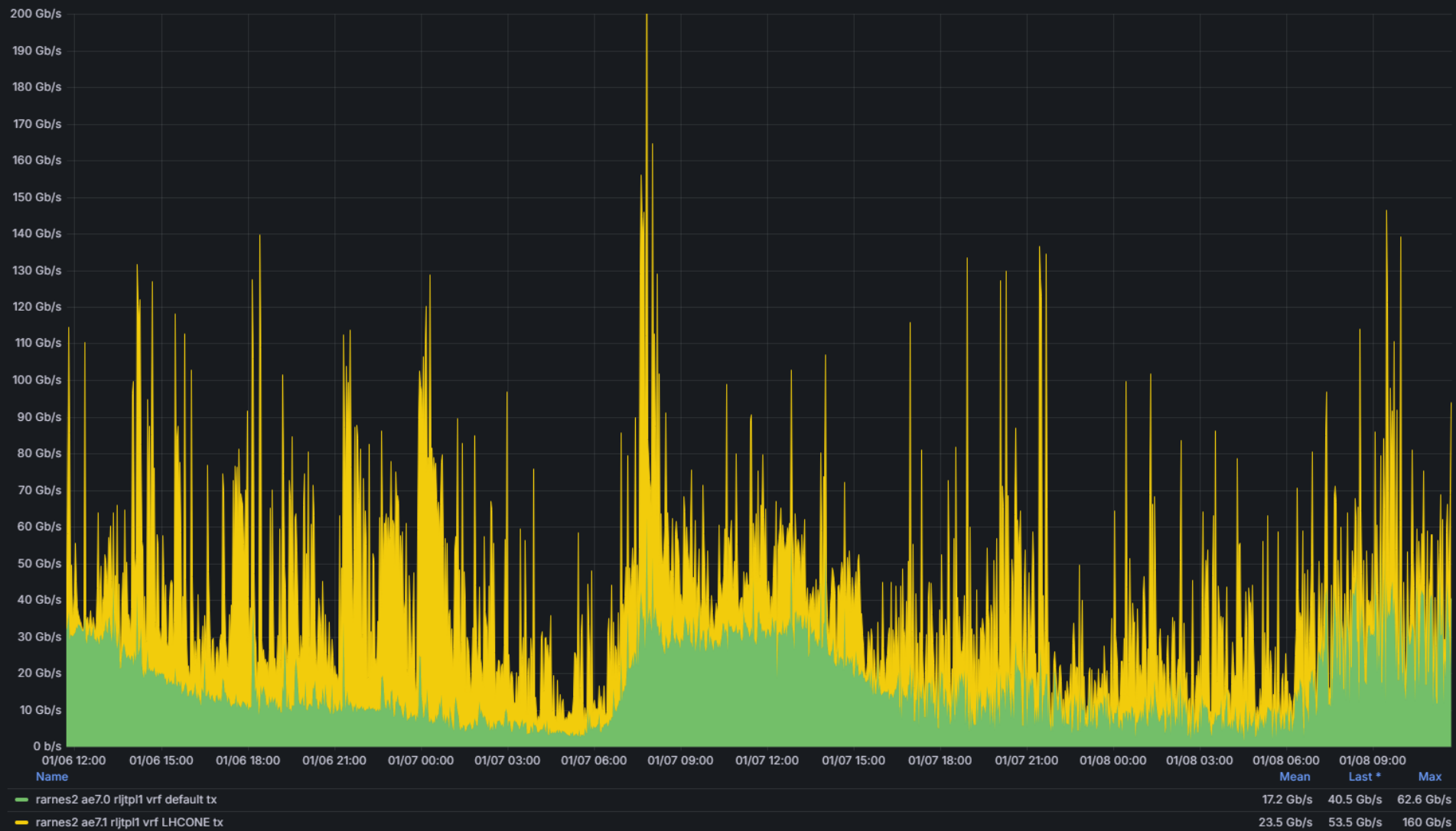
Omrežje Arnes : promet v/iz

Arnes All Upstream Traffic



Omrežje Arnes : HPC / ostalo

rarnes2 -> rijtp1 (LHCONE + internet)

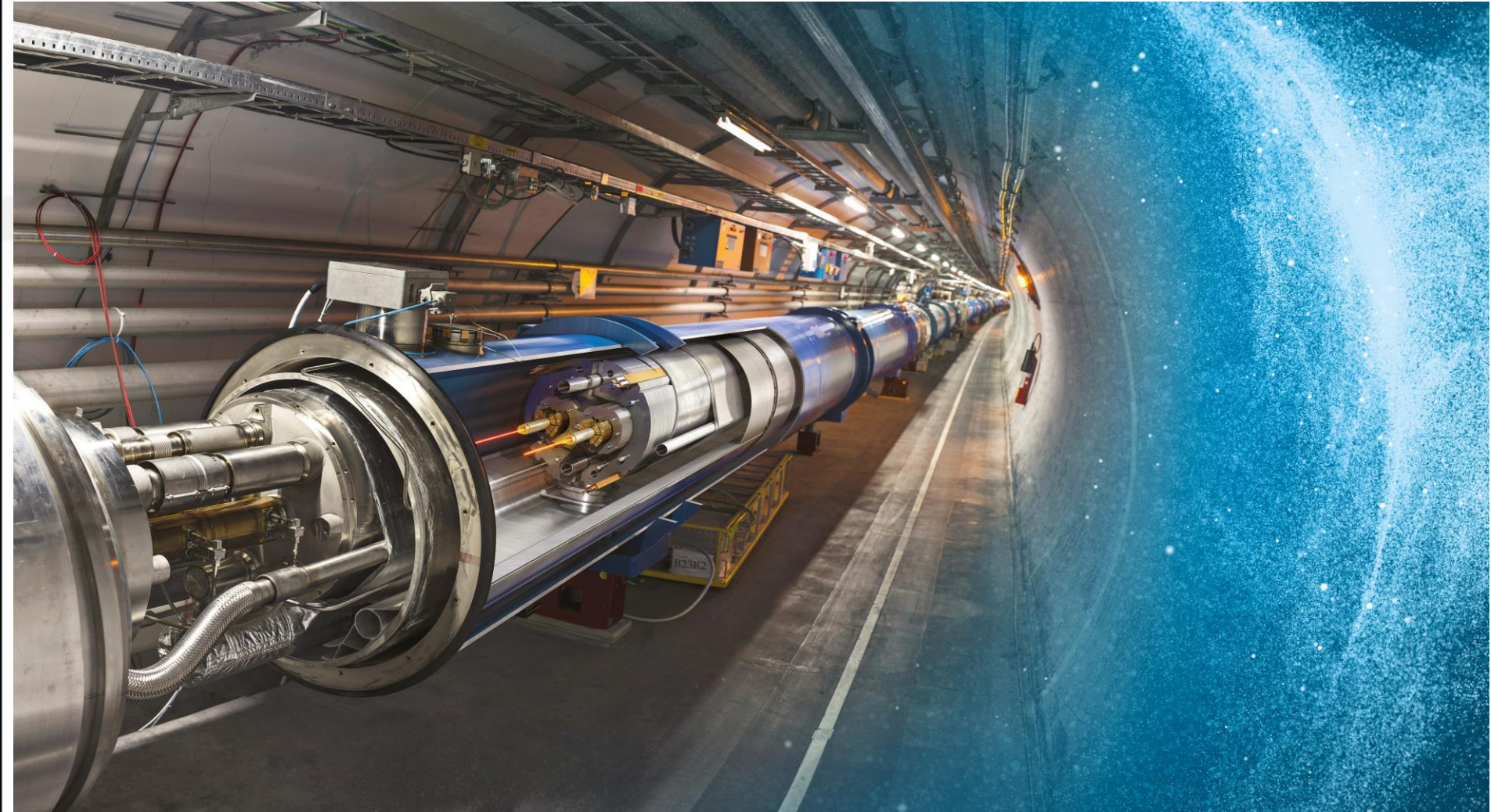


Zakaj velike hitrosti

- Običajna uporaba ?
 - Splet, govor, video, igrice...
 - Koliko je dovolj?
- Znanost
 - Veliki znanstveni eksperimenti
 - Odprta znanost
 - Odprt dostop do rezultatov ter zbranih podatkov
 - Uporaba superračunalnikov



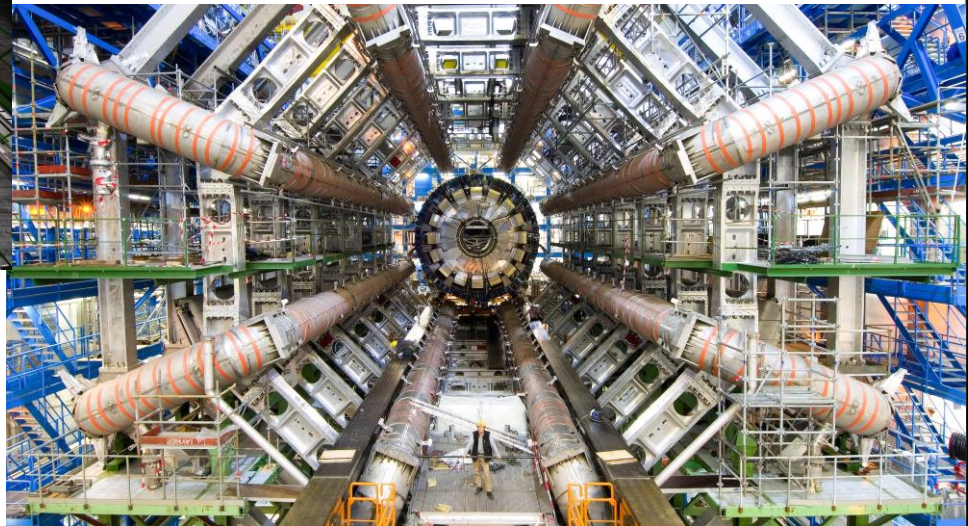
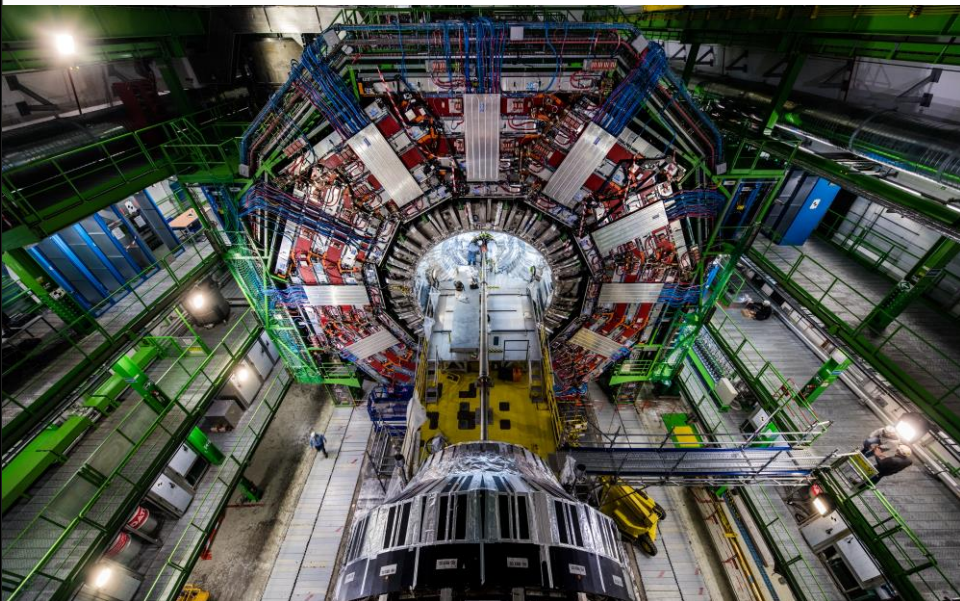
LHC: Large Hadron Collider, Cern



100 m pod zemljo, obseg ~27 km

LHC

- Ogromni detektorji
- 100 Megapixel kamere, tisoče fotografij/s



LHCONE VPN

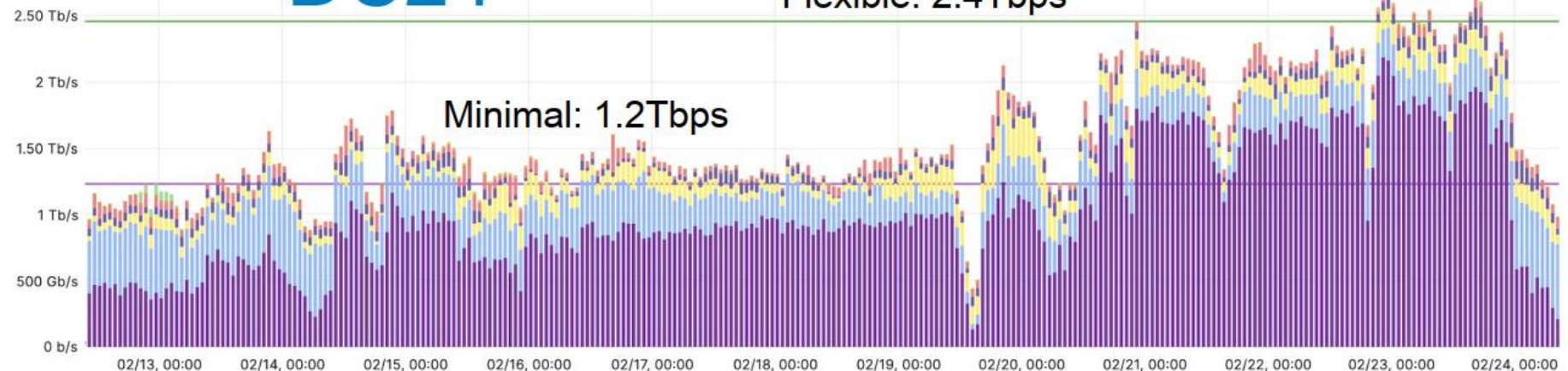
- Omrežje za WLCG ([Worldwide LHC Computing Grid](#))
 - 1,4 Mio CPU jeder, 1,5 Exabajta podatkov, 170 lokacij v 42 državah

WLCG Throughput ⓘ

DC24

Flexible: 2.4Tbps

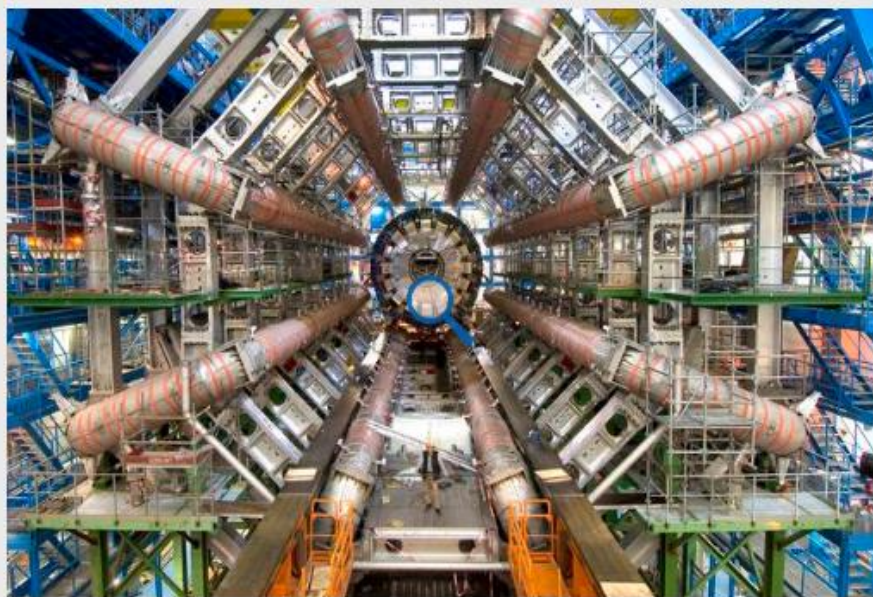
Minimal: 1.2Tbps



V Cernu pravijo, da so ulovili delec, ki je skoraj zanesljivo Higgsov bozon

Odkrit je še zadnji manjkajoči delec fizikalne standardne teorije. Samo milijoninka je verjetnosti, da so izmerili nek šum.

G. P, znanost, S. M., Delo.si
sre, 04.07.2012, 08:00; spremenjen: 13:15



Pospeševalnik delcev Foto: arhiv Cern

Ženeva –Raziskovalci v velikem hadronskem trkalniku (LHC) v Cernu so danes predstavili najnovejše rezultate raziskav o zdaj najbolj iskanem delcu v fiziki, o Higgsovem bozonu oziroma tako imenovanem božjem delcu, ki poskrbi za to, da imajo osnovni gradniki snovi maso.

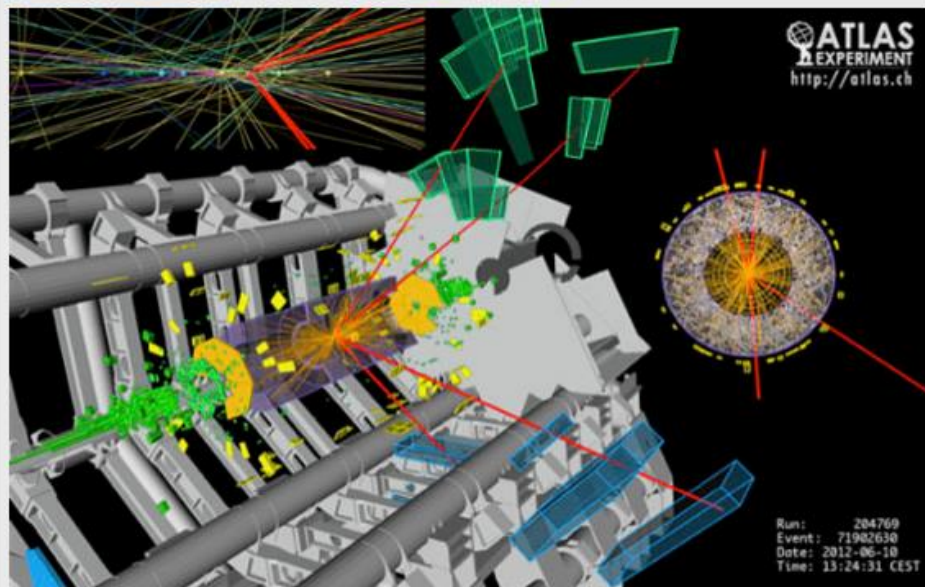
Odgovarjali so na »izziv«, ki so ga v ponedeljek dobili od ameriških kolegov, ki delajo na pospeševalniku delcev Fermilab. Američani so namreč sporočili, da so našli »močne znake« o obstoju Higgsovega bozona, vendar čakajo še na podatke iz Evrope, ki bi potrdili njegovo morebitno odkritje.

Daily Telegraph je že sinoči povzel urednico Science News Kate Travis in objavil povezavo do videa, ki naj bi ga Cern po nesreči predčasno objavil. V njem je predstavnik ustanove Joe Incandela potrdil, da so našli delec, ki naj bi bil nekaj takega, kot je Higgsov bozon. Na Guardianovi spletni strani pa si lahko ogledate še video o lovu na Higgsov bozon. Na spletni strani Mother Board si lahko ogledate tudi, kaj bi pomenila najdba

Odkrivanje Higgsovega bozona tudi z razpršenim superračunalnikom

Računalniki, povezani v svetovno omrežje grid, obdelujejo podatke, ki jih dobijo na velikem hadronskem trkalniku v Cernu.

Andrej Filipčič, Znanost
sre, 18.07.2012, 18:00



Grafični prikaz izmerjenega trka protonov v detektorju ATLAS. Rdeče črte označujejo rekonstruirane poti mionov skozi detektor. Dva para mionov sta nastala pri razpadu dveh šibkih bozonov Z, razpadnih produktov Higgsovega bozona, ki je nastal ob trku protonov v središču detektorja. Analiza prikazanega ter ostalih dogodkov je bila izvedena v omrežju grid Foto: ATLAS

Ob velikih znanstvenoraziskovalnih projektih v Evropi, kakršen je veliki hadronski trkalnik v Cernu, je zraslo svetovno omrežje grid, ki združuje računske kapacitete raziskovalnih institucij in univerz. Slovenija je v razvoj omrežja vključena že od leta 2004, od leta 2010 pa je demonstracijska gruča na Arnesu na voljo tudi vsem slovenskim raziskovalcem.

»Mislim, da ga imamo«, je vzkliknil Rolf Heuer, generalni direktor evropskega

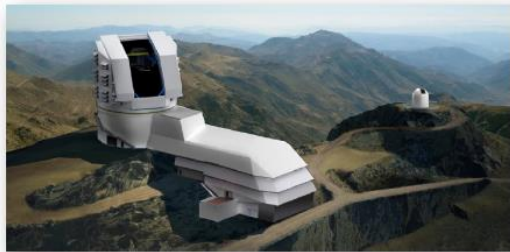
Iz detektorja ATLAS v dobri uri zajamemo količino podatkov, ki napolni trdi disk, njihova sprotna obdelava pa teče na 3000 jednih računskega centra v Cernu. To je le prva stopnja računanja. Nadaljnja obdelava podatkov in simulacije Monte-Carlo pa zahtevajo še mnogo več. V ilustracijo naj povemo, da računalniška simulacija enega trka protonov pri eksperimentu ATLAS zahteva dobrih petnajst minut računanja enega jedra, nekaj milijard simuliranih dogodkov

Optični teleskop Vera C. Rubin



Observatory overview

SITE



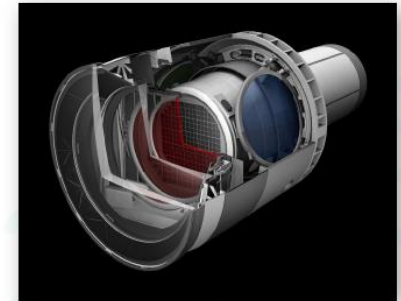
southern hemisphere | 2647m a.s.l. |
stable air | clear sky | dark nights |
good infrastructure

TELESCOPE



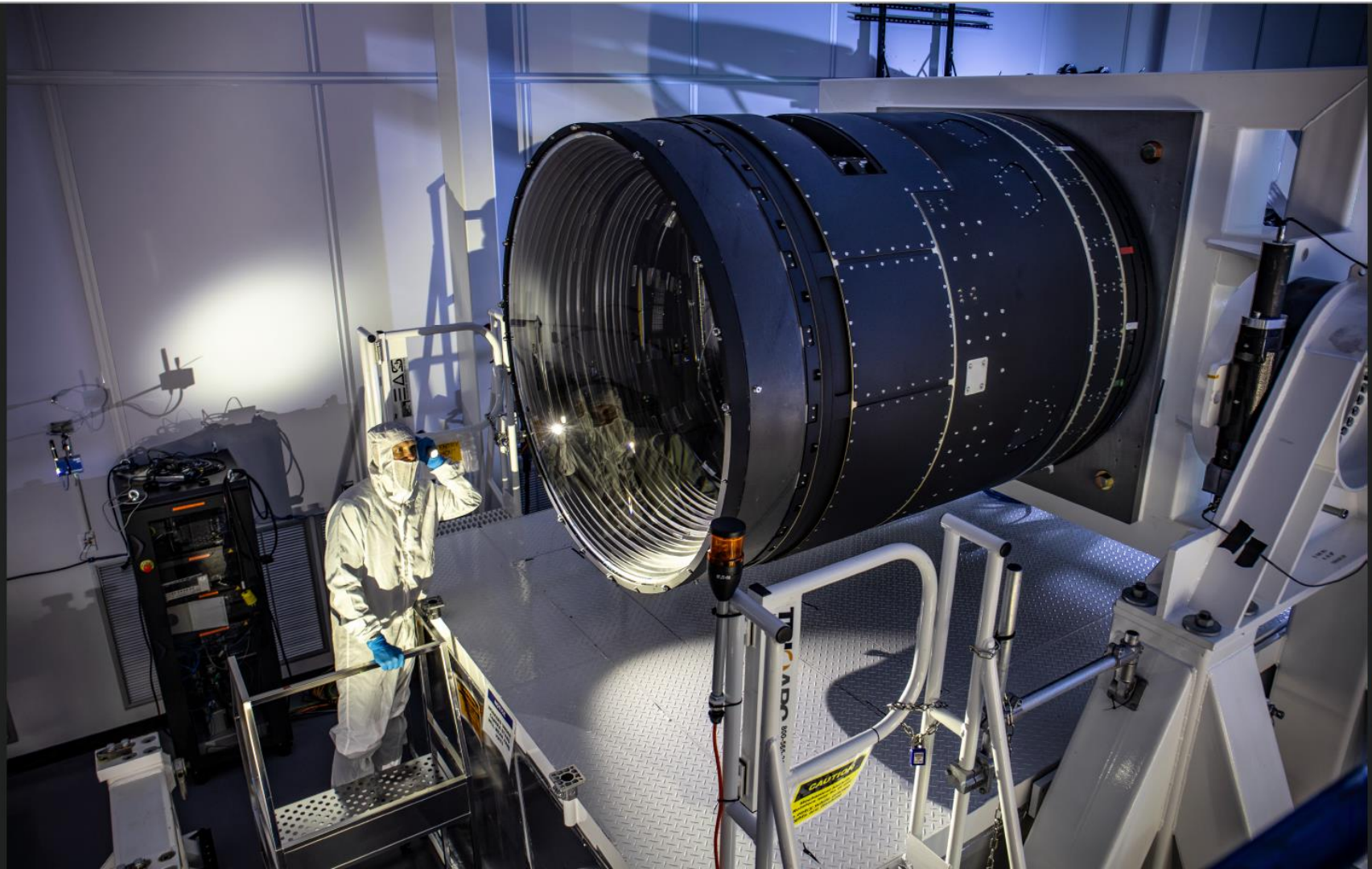
main mirror \varnothing 8.4 m (effective 6.4 m)
| large aperture: f/1.234 | wide field
of view | 350 ton | compact | to be
repositioned about 3M times over
10 years of operations

CAMERA



3.2 G pixels | \varnothing 1.65 m | 3.7 m
long | 3 ton | 3 lenses | 3.5°
field of view | 9.6 deg² | 6 filters
ugrizy | 320-1050 nm

Optični teleskop Vera C. Rubin

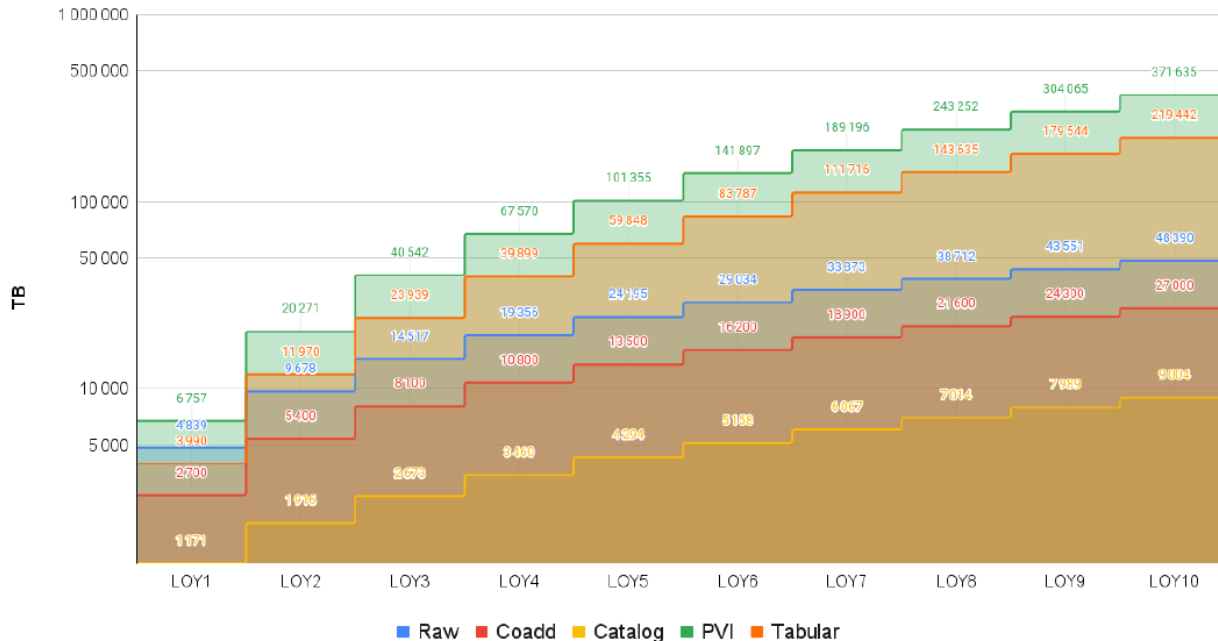


Optični teleskop Vera C. Rubin



Cumulative data volume

Size of datasets
(cumulative to year)



~0.5 EB of data by the end of the survey by 2035

raw image data (~50 PB)

Superračunalniki

- Zakaj?



Kje so superračunalniki?



- **Evropa (eurohpc-ju.europa.eu):**

- LUMI (375 petaflopsov)
- LEONARDO (249 petaflopsov)
- MARENOSTRUM 5 (205 petaflopsov)
- VEGA (6,9 petaflopsov)
- MELUXINA (12,8 petaflopsov)
- KAROLINA (9,6 petaflopsov)
- DISCOVERER (4,5 petaflopsov)
- DEUCALION (7,2 petaflopsov)
- JUPITER (1 eksaflop)




- **Slovenija (doc.sling.si):**

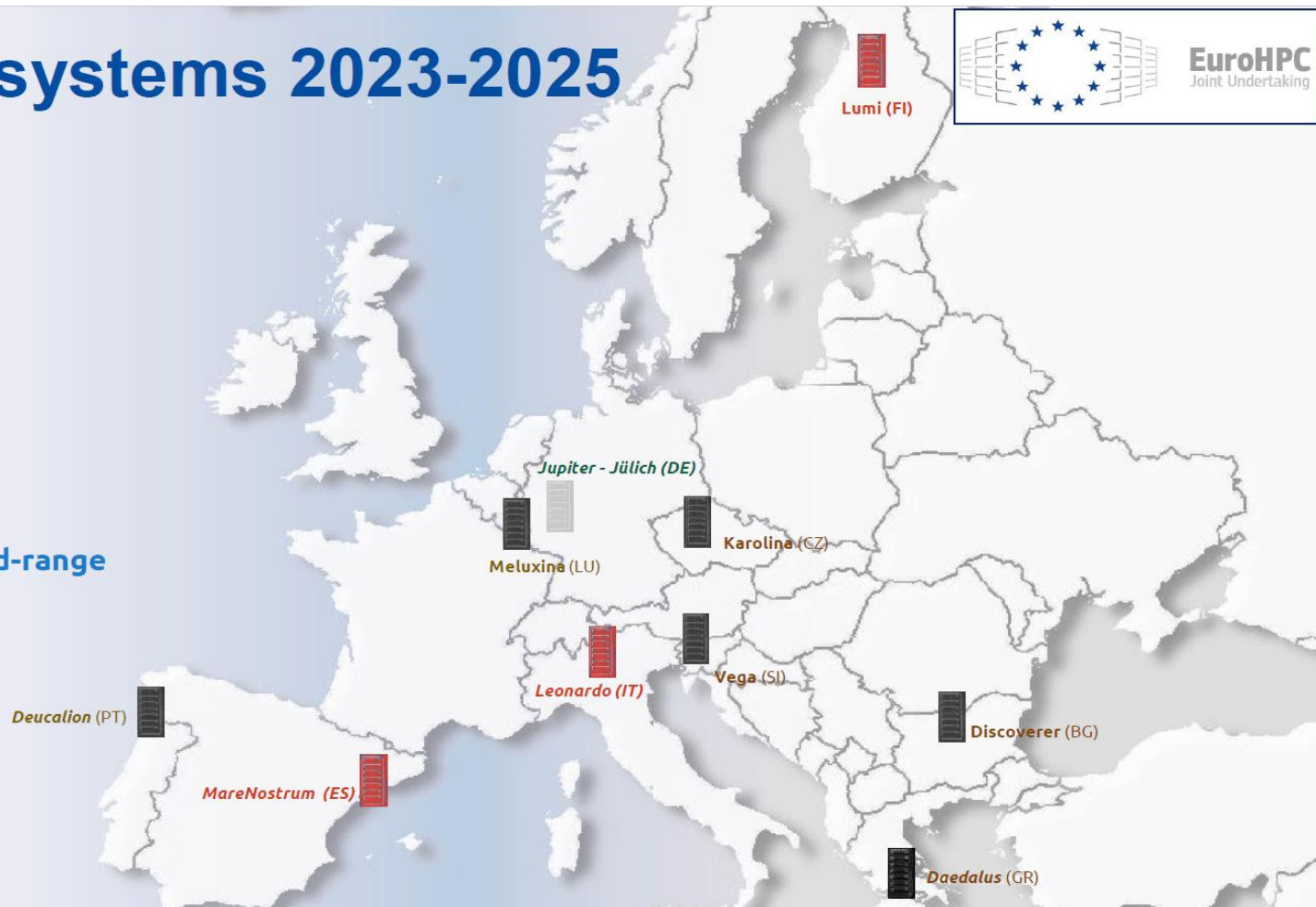
- Univerza v Mariboru (Maister)
- Institut "Jožef Stefan", (NSC)
- Arnes
- Fakulteta za informacijske študije Novo mesto (Trdina)
- Institut informacijskih znanosti (EuroHPC Vega)

Superračunalniki

EuroHPC systems 2023-2025



-  Exascale
-  Pre-exascale
-  Petascale / Mid-range



EuroHPC Vega

- Institut informacijskih znanosti (IZUM) v Mariboru
- 6,92 petaflopsov (3,82 CPU + 3,1 GPU)
- Prvi operativni EuroHPC JU sistem
- ATOS Sequana XH2000
- 1.020 računskih vozlišč, Infiniband 100 Gb/s
- 18 PB Large Capacity Storage Ceph
- 1 PB High Performance Storage Lustre
- Poraba energije < 1 MW,
- Hiperpovezanost 600 Gb/s
- april 2021 : #60 v EU, #198 globalno (top 500)





Oblaki na Arnesu

- Strežniki + storitve, hramba podatkov



Izgradnja novih podatkovnih centrov



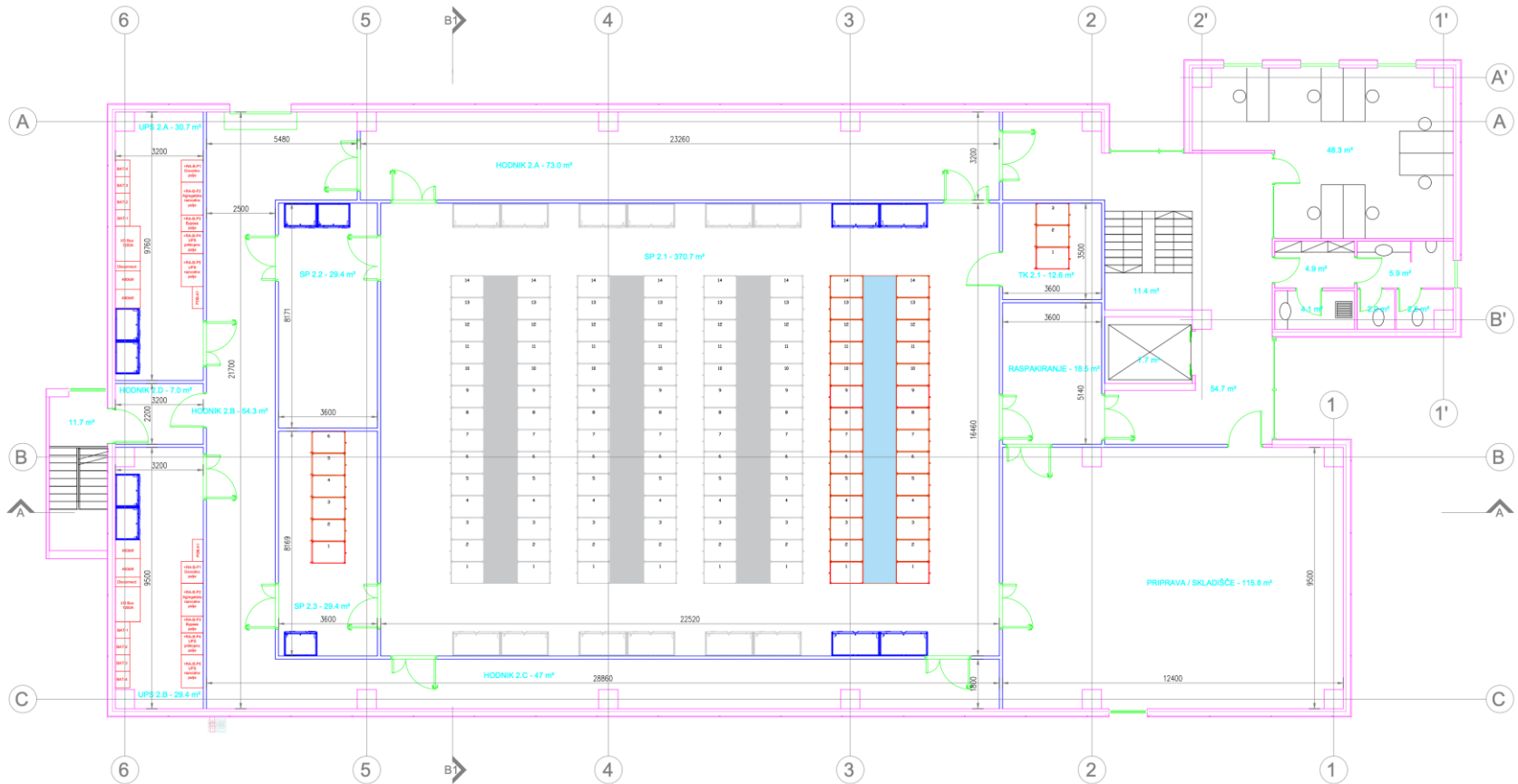
Okolica Ljubljane

Izgradnja novih podatkovnih centrov



Okolica Maribora

Podatkovni center - shema



Storitve (Arnes)

- Povezljivost: IPv4, IPv6, multicast, namenske povezave
- Mobilnost: ArnesAAI, Eduroam
- SaaS:
 - e-pošta/WebMail, Spam filter, CMS-WordPress, Analitika, Učilnice, Filesender, Planer, FTP, NTP (stratum1), IRC...
 - Multimedija: videokonference (Zoom, VID/Jitsi), prenosi v živo, VoD, Loa
- PaaS: MDM (e-identitete), Grid/HPC
- IaaS: strežnik po meri, shramba (diski), AAI/eduroam
- NGI: Nacionalna Grid Iniciativa, SLING
- Varnost: Si-Cert, digitalna strežniška potrdila
- SIX, registracija domen .SI + DNS
- Podpora uporabnikom, izobraževanje, konference
- Razvoj (mednarodno sodelovanje!)



Računske zmogljivosti

- Strežnik po meri
 - 2vCPU/4GB RAM/40GB disk
 - Možnost povečanja kvote
 - Namestitev (poljubnega) OS [licence]
 - Samostojno upravljanje
- HPC: 9.600 jeder
 - 6.500 na „običajnih“ CPU
 - 1.100 na NVIDIA GPU
 - 48 * V100S
 - 16 * H100



Diskovne zmogljivosti

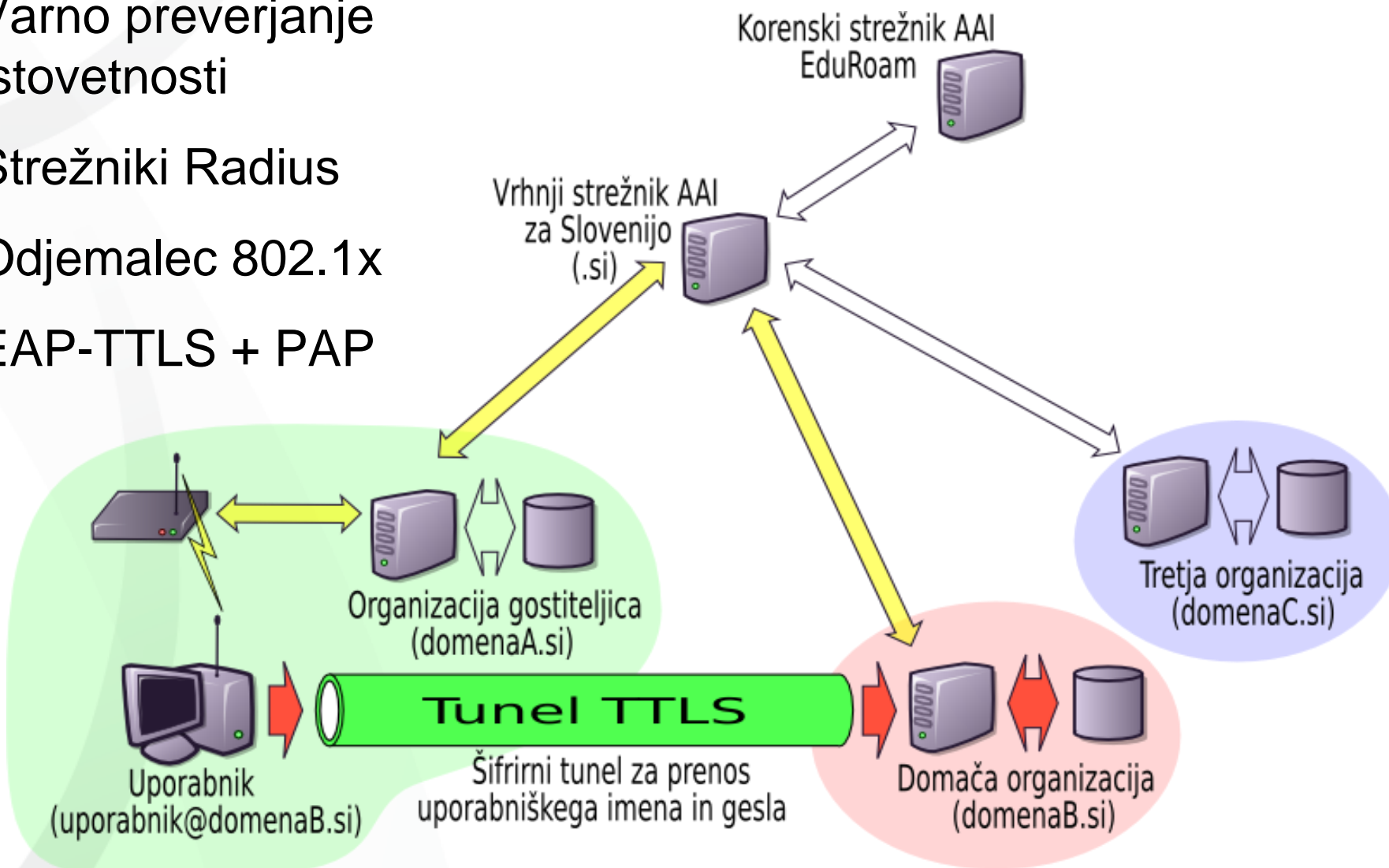
- Strežnik po meri : 160/200+ TB
- Arnes shramba (Ceph/S3) : 1,2 PB
- Arnesova gruča GRID/HPC/HTC/GPU
 - 2 PB (dCache, cache)
- Dolgoročna hramba (trak): 1,8-4,5 PB



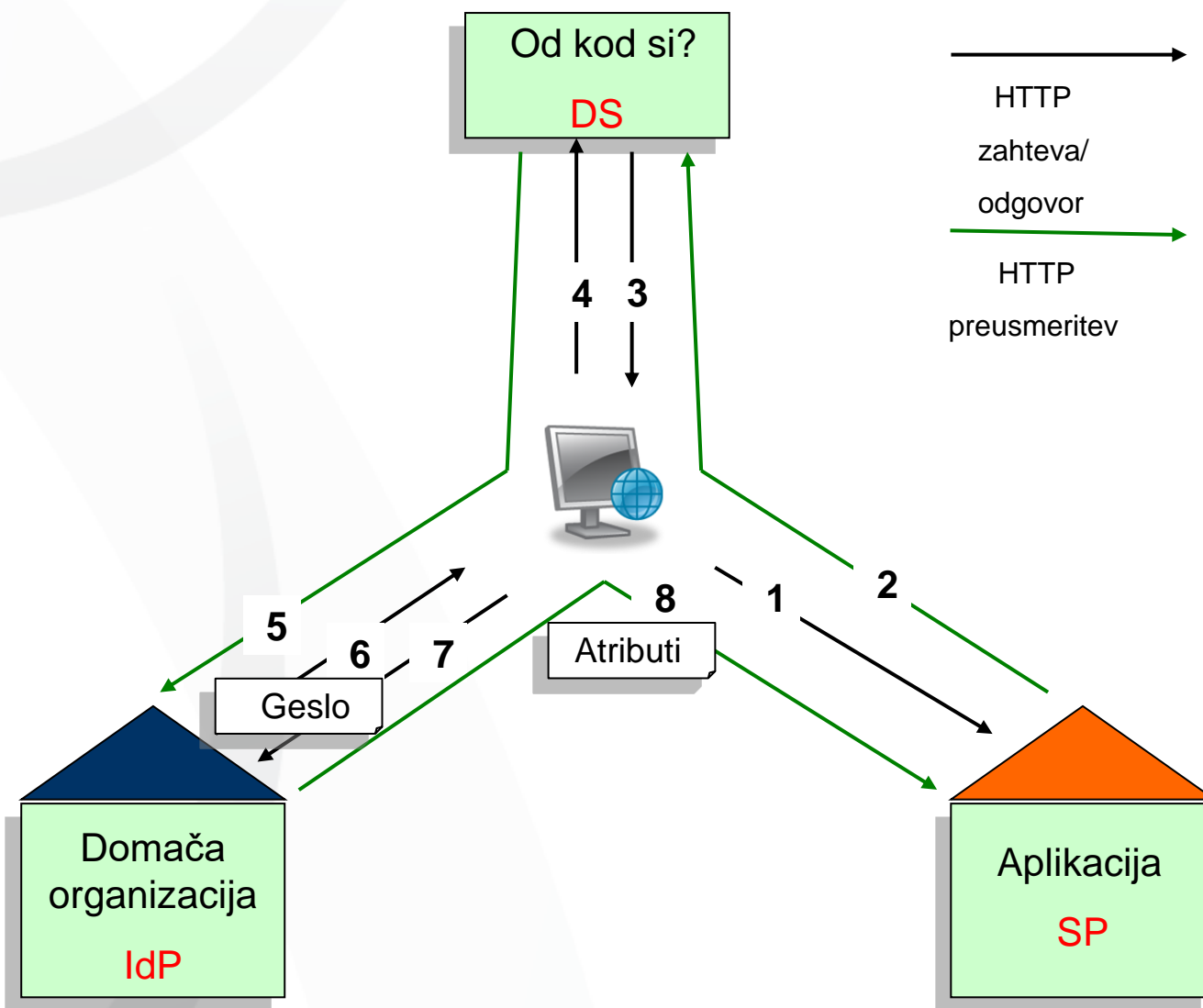
Mobilnost: WLAN



- Varno preverjanje istovetnosti
- Strežniki Radius
- Odjemalec 802.1x
- EAP-TTLS + PAP



Shema uporabe AAI




Predavanje na daljavo v predavalnico

Kako varno mimo čeri interneta?

varna_raba_12-13.pdf Full Screen

Jutranja kava ☺



Events Index

Search

Filter Events ▾

- Chat Messages
- Camera

Predavanje [0:00:00]

- ;-)
- tista stran od PayPala ni bila ...
- stric Google ;-)
- User [Andrej Flogie] has left t...

Kamera in zvok

Benjamin L...

Andrej Flogie

Seznam udeležencev (6)

- Hosts (1)**
 - Benjamin Lesjak
- Presenters (2)**
 - Andrej Flogie
 - vika FM
- Participants (3)**
 - Ivana
 - Laura
 - varno

Klepet (Everyone)

Benjamin Lesjak: pozdrav in dobrodošli

vika FM: hojla

Andrej Flogie: lep pozdrav iz celja:9

Andrej Flogie: Upam, da

0:00:43/1:13:08

VoD – Video portal

Domov Kategorije Moji posnetki Moji kanali Moji sezname O portalu


Naslov Avtor Ključnik Licenca Kanal Organizacija

Kategorija Računalništvo in informatika


Vrstni red Čas objave Število ogledov

ISCI


Najnovejši posnetki




The art of Coca-Cola
1:18
Reklama za Coca-Cola
Lari Ovsenek
25 ogledov • pred 2 dneva



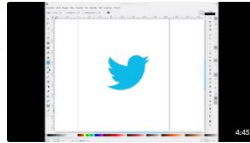
Slovenija pod stopnicami
2:42
Heša Lenart
19 ogledov • pred 3 tedni




Nacionalno vodilo OS Prejma in Vajga
Kajfe Dajšek
97 ogledov • pred 3 tedni




Srečno 2020
Olimarija Jasenica
65 ogledov • pred 3 tedni




Kisline in vinarjem vsodile
Igor Krajč
152 ogledov • pred 3 tedni




Obrna pušča sledi v anagru
Igor Krajč
65 ogledov • pred 3 tedni




Oskobe optimizacije
Mreža znanja
19 ogledov • pred 3 tedni




Spodbujamo uporabo visokozmogljivega računalništva
14:40
Nacionalni kompetenčni center SLING
Mreža znanja
19 ogledov • pred 4 tedni




Spodbujamo uporabo visokozmogljivega računalništva
13:23
Nacionalni kompetenčni center SLING
Mreža znanja
21 ogledov • pred 4 tedni




Spodbujamo uporabo visokozmogljivega računalništva
12:53
Nacionalni kompetenčni center SLING
Mreža znanja
28 ogledov • pred 4 tedni




Spodbujamo uporabo visokozmogljivega računalništva
10:33
Nacionalni kompetenčni center SLING
Mreža znanja
19 ogledov • pred 4 tedni




Spodbujamo uporabo visokozmogljivega računalništva
13:59
Nacionalni kompetenčni center SLING
Mreža znanja
34 ogledov • pred 4 tedni




Spodbujamo uporabo visokozmogljivega računalništva
20:53
Nacionalni kompetenčni center SLING
Mreža znanja
29 ogledov • pred 4 tedni




Spodbujamo uporabo visokozmogljivega računalništva
12:53
Nacionalni kompetenčni center SLING
Mreža znanja
19 ogledov • pred 4 tedni




Napovedovanje časovnih vrst v sistemskih upravljalnih energijo
27:25
Mreža znanja
33 ogledov • pred 4 tedni




Uporaba superračunalniške grafične za namen analize in modeliranja slik
21:54
Mreža znanja
27 ogledov • pred 4 tedni



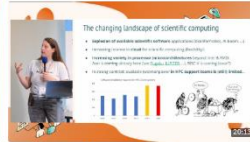
Prejeti podokraj v klinični genetiki za redke bolezni
3:01
Mreža znanja
32 ogledov • pred 4 tedni




RIS - kolonovanje v razvoju novih analitičnih metod v medicini
4:57
Mreža znanja
19 ogledov • pred 1 mesec




Odrejanje in prilagajanje velikih jezikovnih modelov za slovensko
14:14
Mreža znanja
19 ogledov • pred 1 mesec




Umetna inteligence za amonit
10:13
Mreža znanja
13 ogledov • pred 1 mesec




InterTwin
16:31
Mreža znanja
22 ogledov • pred 1 mesec




The changing landscape of scientific computing
18:29
Mreža znanja
24 ogledov • pred 1 mesec



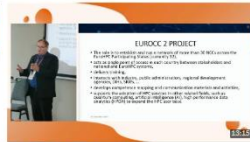
Quantum Computing for Fundamental Physics in NISQ era
18:58
Mreža znanja
29 ogledov • pred 1 mesec




What is SMASH?
18:11
Mreža znanja
19 ogledov • pred 1 mesec




EPICURE: Unlocking European-level HPC Support
18:59
Mreža znanja
27 ogledov • pred 1 mesec




EUROCC 3 PROJECT
18:14
Mreža znanja
19 ogledov • pred 1 mesec




What about tomorrow?
13:29
Mreža znanja
20 ogledov • pred 1 mesec



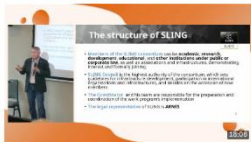
Supercomputers adore deep learning
18:11
Mreža znanja
13 ogledov • pred 1 mesec



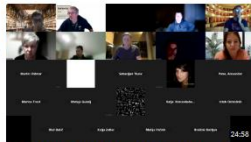
SLING Service Portfolio
14:07
Mreža znanja



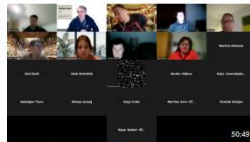
HPC Vega - Slovenian EuroHPC supercomputer
14:58
Mreža znanja




The structure of SLING
14:58
Mreža znanja




Kalkuliranih Simulacij Preverjanje predstavnosti v digitalno tehnologijo
24:58
Mreža znanja



12/11/2024 12:12:58 M Tržišni Pregledno programiranje: pot do budućega
50:48
Mreža znanja



BESTEA
1:31:06
Mreža znanja



Mreža znanja: Modeli odprtih dostopov in platforma Open Research
1:31:06
Mreža znanja

Elektronska pošta

20 GB

- PoP/IMAP/WebMail
- 2023:
 - 79.000 uporabnikov
 - 184 milijonov sporočil
 - 62,4 milijonov spam-a: 99,999% zanesljivost
 - 812 dopisnih seznamov, 398.984 e-naslovov



DNS

- Primarni za .SI
- SaaS za organizacije
- Rekurzivni DNS-i (v 2023)
 - > 6.700 poizvedb/s
 - konice do 28.000/s
 - 213 milijard na leto!



drag & drop your files here

100 GB

Clear all

Select files

From : @arnes.si

File Encryption

Expiry date:

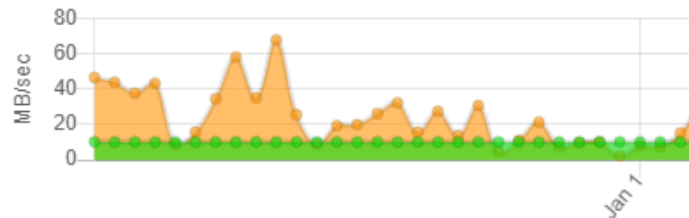
- Notify me when expired
- Notify me when upload is done
- Notify me upon downloads
- Send me a report when expired
- Get a link instead of sending to recipients

[Advanced settings](#)



Send

Global Average Upload Speed of Files over 1 GB



 Encryption in transit & rest  Encryption in transit

Pomen zanesljivosti delovanja

- Nujnost delovanja storitev
- Kako zagotoviti razpoložljivost?
 - Profesionalnost kadrov
 - Kakovostna oprema
 - Redundanca
 - Nadzor sistemov
 - Dežurna služba



Redundanca v sistemskem prostoru

- **Infrastruktura**

- Zanesljiva električna (dve veji; UPS, agregat), hlajenje
- Podvojena stikala Ethernet
- Podvojen požarni zid
- Podvojen porazdelilnik bremen
- Podatkovne rešitve
 - Diskovna polja (dvojni krmilniki, RAID, sinhronizacija, Snapshot)
 - Podvojena stikala FC
 - Sistemi za varnostne kopije (disk to disk, disk to tape/LTO)
- DNS

- **Strežniška tehnologija, aplikacije**

- Dvojno povezani strežniki (napajanje, Ethernet, FC) ; ILO
- Virtualizacija: mobilnost VM (VMWare, Ovirt) ; VMWare SRM za register
- Redundantnost vgrajena v aplikacije
 - LDAP, baza, e-pošta...
- Redundanca na osnovi DNS (round robin po zapisih MX, A/AAAA)
- Redundanca z uporabo porazdelilnika bremen



Omrežje ARNES - storitve

- Hibridni model omrežja
 - Prenos prometa IP
 - IPv4, IPv6
 - QoS (prioritete, prepustnost...), multicast...
 - Povezave točka-točka
 - zahtevni projekti: fizika (IJS, Cern), kemija, genetika, klimatologija, astronomija, medicina...
 - HPC v MB: Vega
 - Povezave do redundantnih rač. centrov (IZUM, NUK...)
 - Porazdeljeno izvajanje koncertov - z več lokacij
- Slovenija, EU, svet (omrežja GÉANT, I2...)

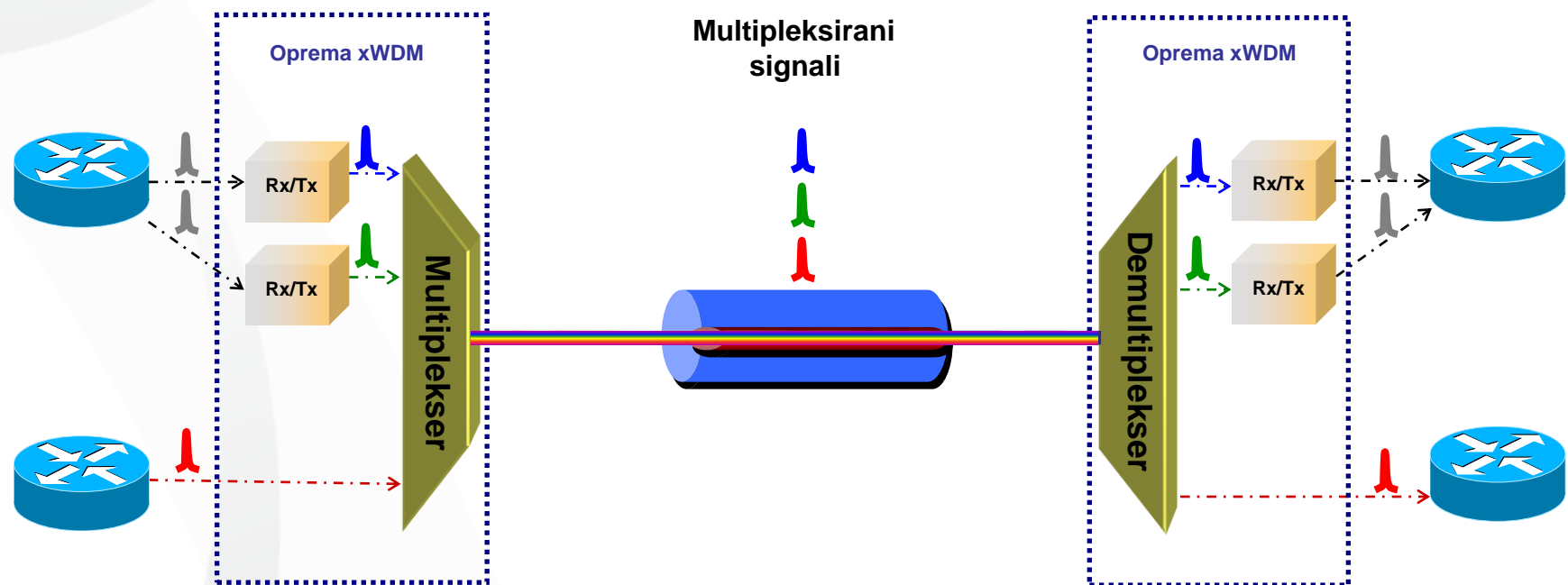


Redundanca v omrežju

- Vozlišče povezano na dve sosednji
 - En usmerjevalnik na dve vozlišči
 - Dva usmerjevalnika, vsak na eno
- Povezave točka-točka
 - Podvojene povezave (2 ločena sistema)
 - Podvojenost lokalnih zank!
 - Ena povezava, ščiten v DWDM omrežju



xWDM: več signalov preko enega vlakna

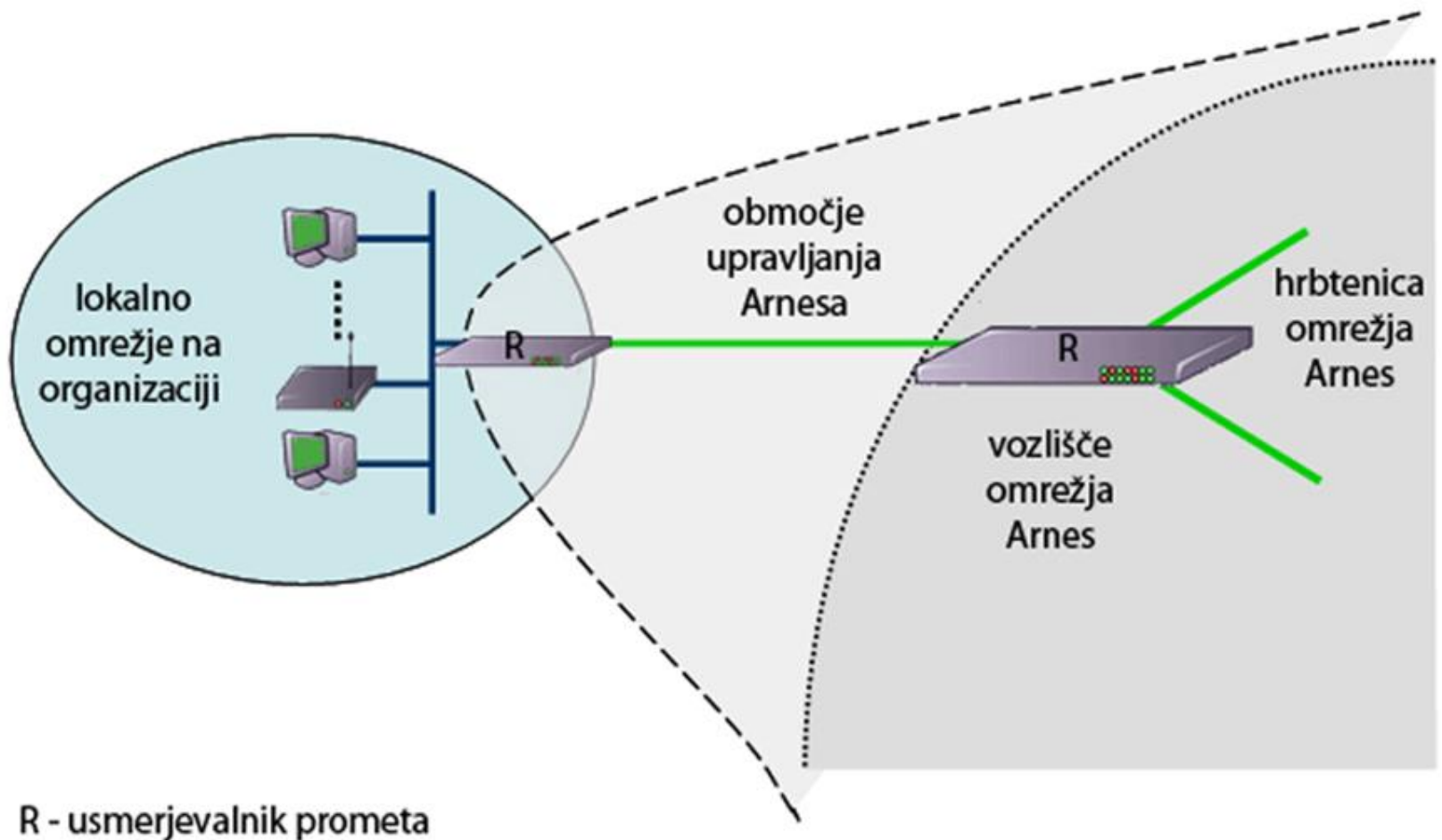


Kaj upravljati?

- Omrežje je kompleksen sistem
 - Nekaj deset tisoč naprav, množica stanj
 - Velika raznolikost
 - Usmerjevalniki
 - Ethernet stikala
 - xWDM oprema
 - Sistemi za napajanje (UPS, agregat...)
 - Pretvorniki/modemi
 - Dostopovne točke WiFi
 - Povezave med napravami



Do kod upravljati?



Upravljanje omrežja

- Konfiguracije omrežnih naprav
 - Priprava, vzdrževanje, shranjevanje
- Stabilnost delovanja
 - Nadzor stanja, odprava napak...
- Varnost
 - Kontrola dostopa, odkrivanje anomalij...
- Zmogljivost
 - Omrežnih naprav
 - Povezav
 - Mehanizmov QoS
- Beleženje
 - Zbiranje podatkov
 - Izdelava statistik...

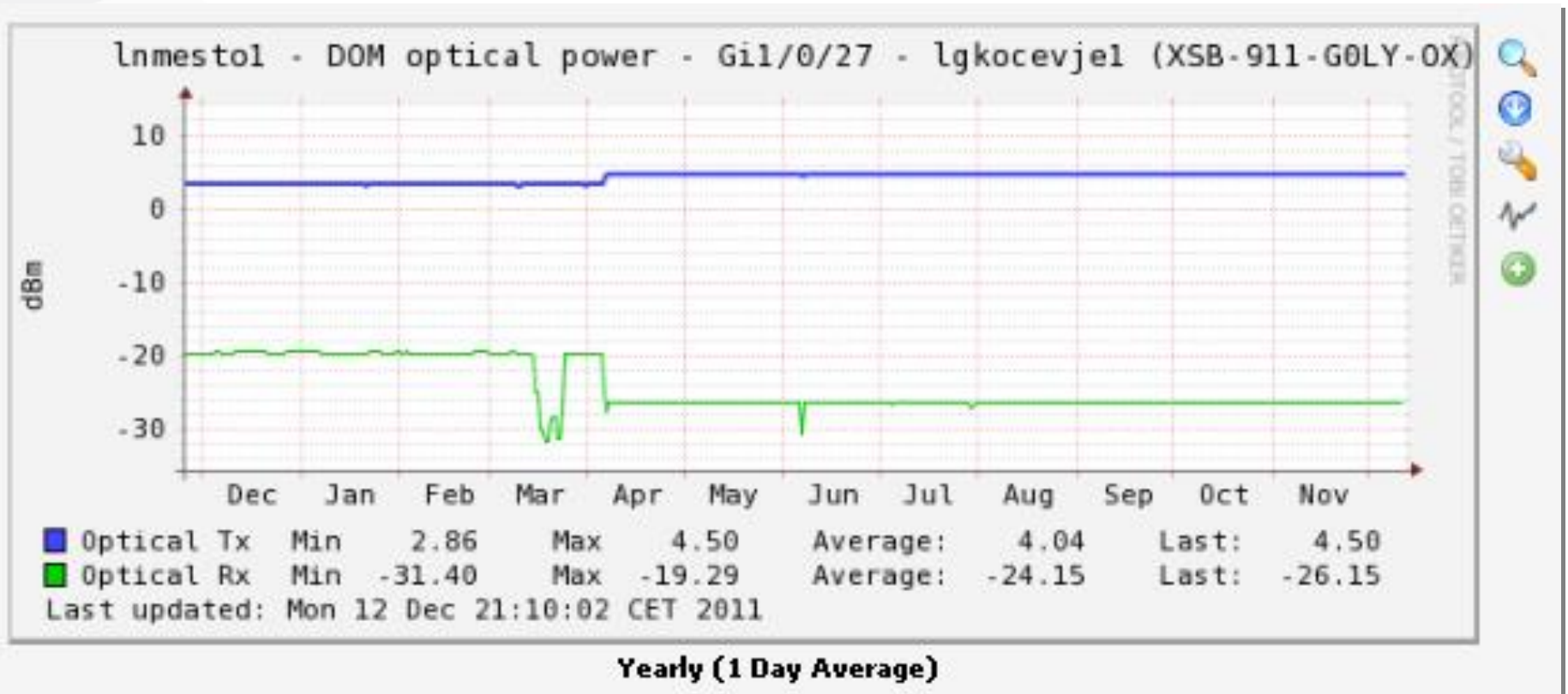


Orodja - uporaba

- Generiramo/shranjujemo/spreminjamo konfiguracije
- Zajemamo podatke (promet, napake, CPU...)
- Rišemo grafe, topologijo omrežja
 - Stanje
 - Trendi
- Zaznavamo probleme
 - Ob prekoračitvi neke vrednosti
 - Ob nedosegljivosti naprave...
 - Ob nekem sporočilu
 - Avtomatsko obveščanje: e-pošta, SMS...
- Odkrivamo vzroke za probleme (debugging)



Primer: optični signal – Rx moč

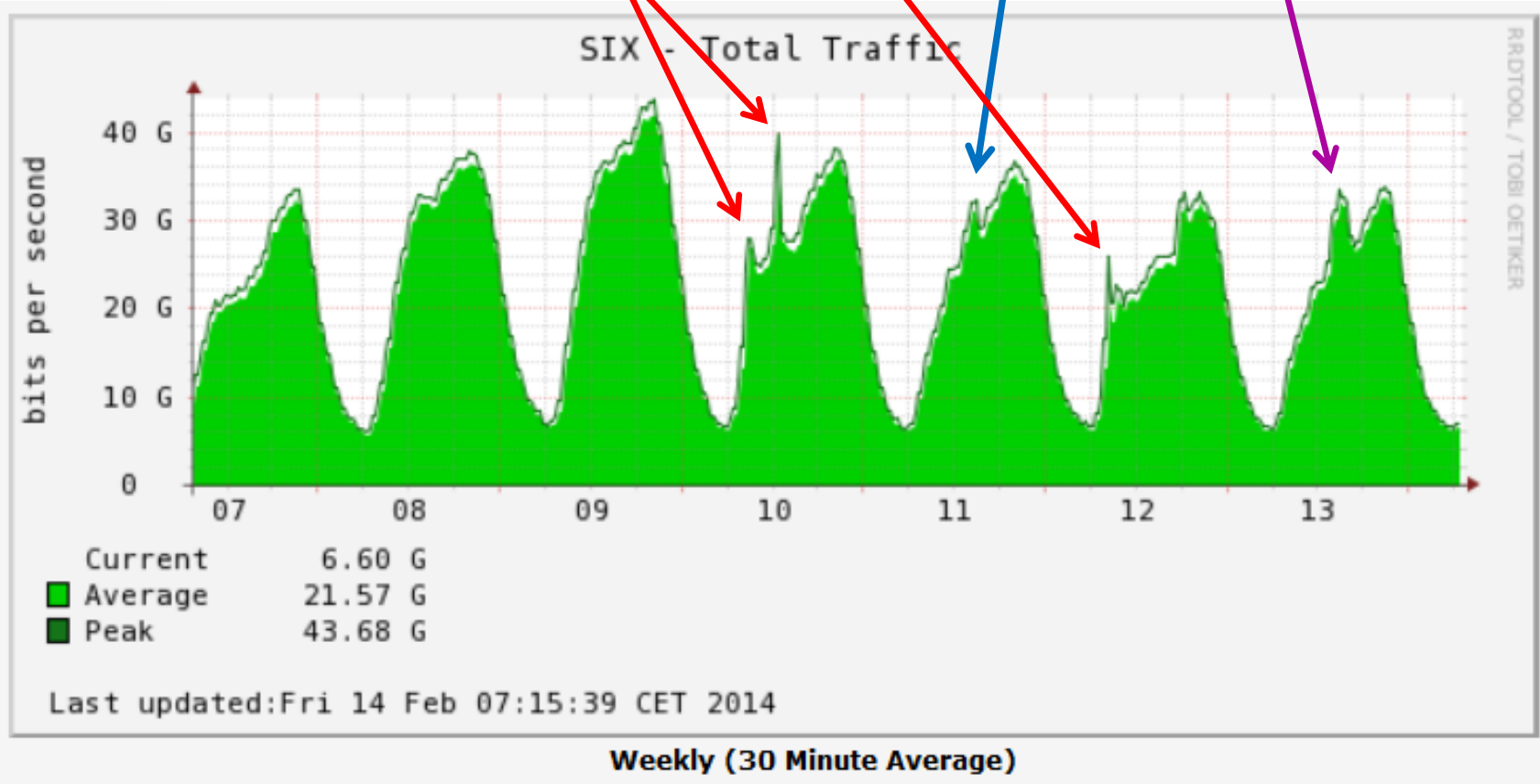


SIX – OI Soči 2014

Vesna Fabijan
tek na smučeh - šprint

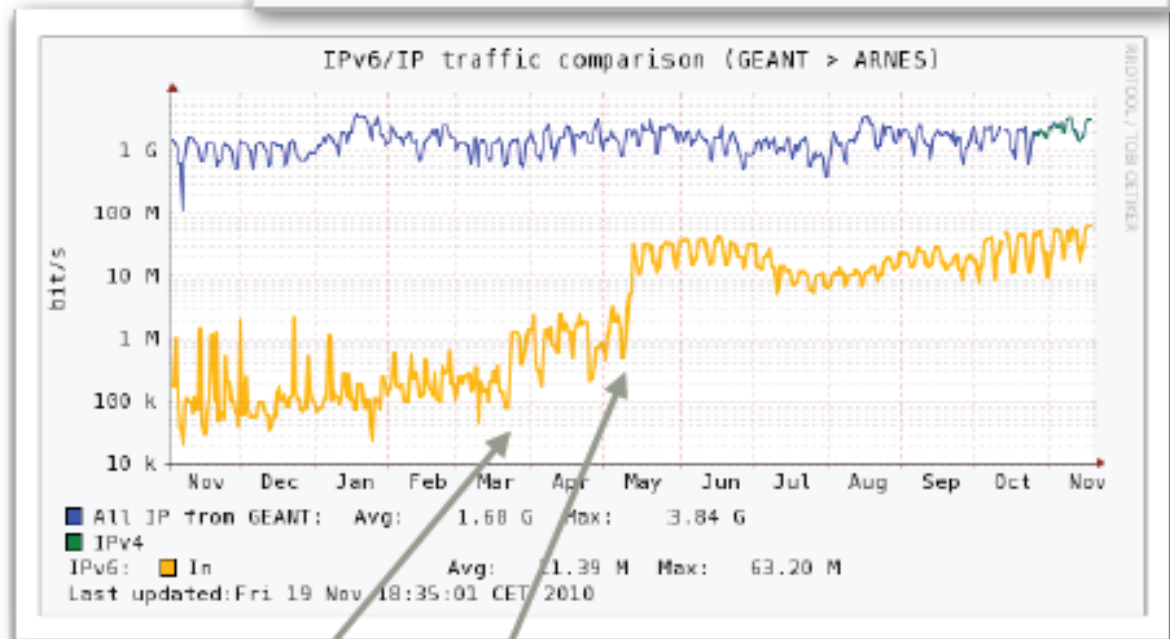
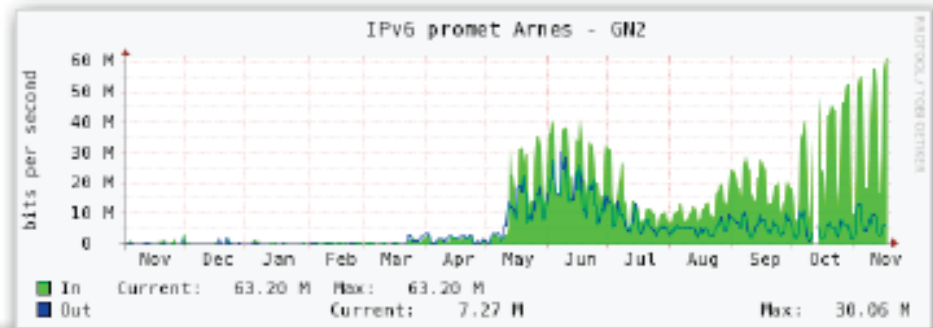
Tina Maze
kombinacija smuk

Hokej Slovenija-Rusija



Primer grafa – porast prometa IPv6

- promet počasi in stalno narašča
- pred enim letom (11/2009)
 - **1:7.000**
- danes (11/2010)
 - **1:70**



štud.domovi google

Orodja - osnovna

- “Enostavna” orodja
 - Ping
 - Traceroute
- Oddaljen dostop (ssh, telnet) + CLI ;
HTTP
- SNMP
- Syslog



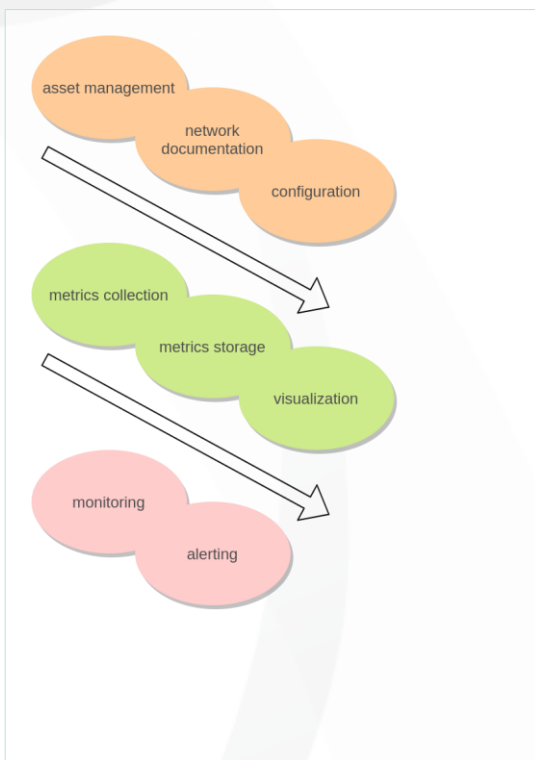
Orodja - napredna

- Prosto dostopno programje
 - Oxidized: arhiviranje konfiguracij
 - SmokePing
 - Cacti -> SNMPcollector, CollectD/Graphite; Grafana
 - Icinga2 : preverjanje stanja
 - Syslog-ng : naprave sporočajo dogodke
 - Netflow: nfsen, nfdump...
 - OTRS (ticketing sistem)
 - Capirca (ACL)
 - netbox/IPAM : upravljanje z naslovnim prostorom IP
 - Dokumentacija (netdot->Snipe-IT, netbox, wiki, GoogleEarth...)
- ANSO: lastne skripte, aplikacije
 - Priprava + instalacija konfiguracij
 - Upravljanje naslovnega prostora
 - ACL generator
 - Nadzor usmerjevalnih tabel (BGP, OSPF)
 - SLA monitor
 - ...

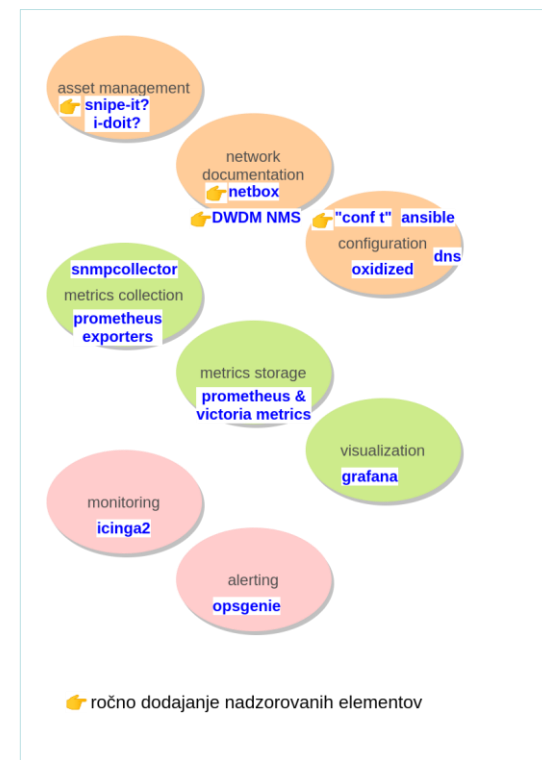
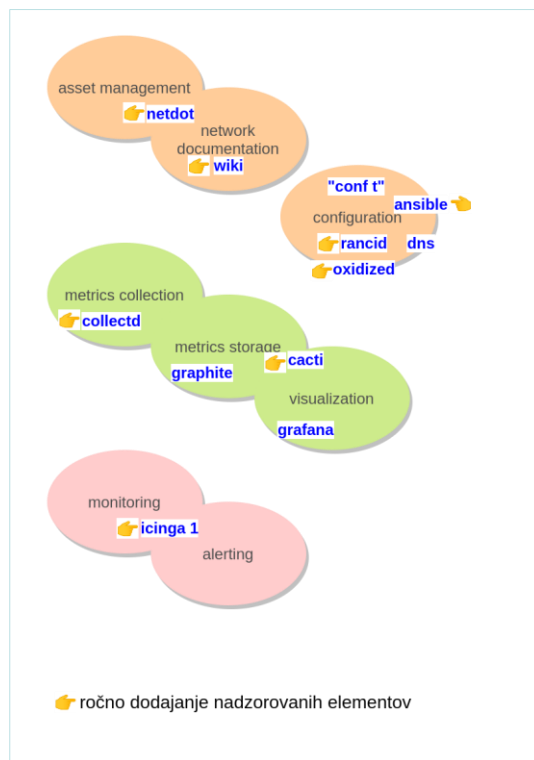


Dinamika uporabe orodij

Staro stanje



Novo stanje

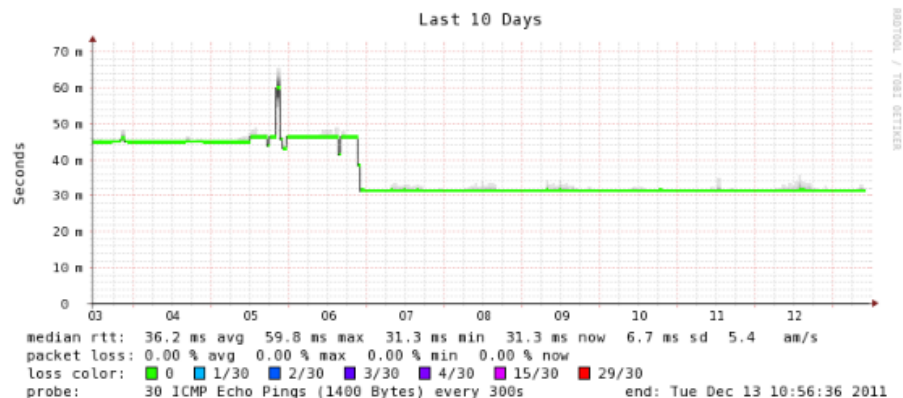
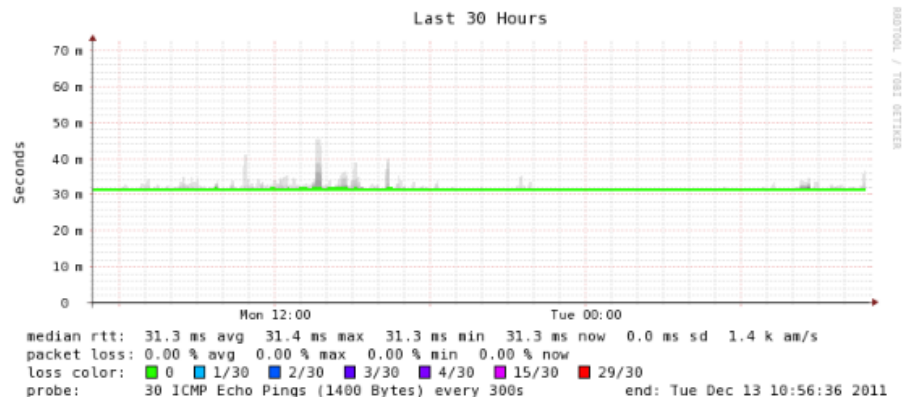
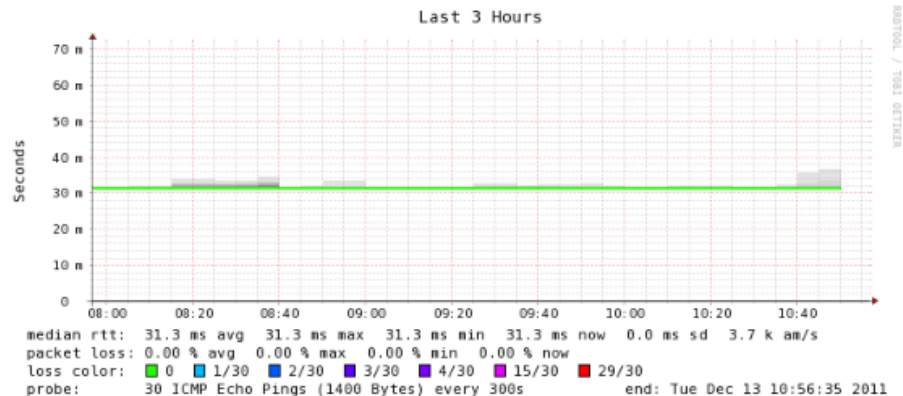


Orodja - napredna

- komercialni produkti
 - Splunk: analiza syslog
 - Se jim izogibamo
 - Kompleksni, zmogljivi, optimizirani
 - Dragi
 - Težko obvladljivi in razširljivi
- Splunk -> ELK:
 - Elasticsearch, Logstash, Kibana



SmokePing



Asset Inventory

By

Type	Model	Count
Total Assets:		
		2066
Chassis		38
	SH7HU	33
	SH9HU	5
Console Server		10
	ACM5004-G-E	5
	IM4232-2-DAC-X2-EU	3
	IM4232-2-DAC-X2-G-EU	2
Cooling		12
	ACRC103	12
DAC Cable		34
	DAC, 1 meter	2
	DAC, 1 meter, rev 1	7
	DAC, 1 meter, rev 3	2
	DAC, 1 meter, rev A00	12
	DAC, 3 meter, rev 2	2
	DAC, 3 meter, rev 3	3
	DAC, 5 meter, rev 1	1
	DAC, 5 meter, rev 2	2
	DAC, 5 meter, rev 3	3
Module		630
	10PCA-PCN-1G3+10G	7
	16CSM-#D01-#D32-SFA	9
	16CSM-#D01-#D32-SFB	9
	1CSM+#D04-E/V	3
	1CSM+#D15-E/W	4
	1CSM+#D16-E/W	4
	1CSM+#D31-E/W	4
	1CSM+#D32-E/W	4
	2BSM-#D01-#D32	21
	2BSM/P-#C1270-#C1610-DM	5
	2PCA-PCN-10G	6
	2WCC-PCN-10G	5
	3BSM-#G1310-#C1610	4
	40CSM/2HU-#D02-#D32	4
	4CSM-#C1470-#C1610	2
	4CSM-#D09-#D12	5
	4CSM-#D13-#D16	5
	4CSM-#D25-#D28	5
	4CSM-#D29-#D32	5
	4GSM-#D01-#D16	6
	4GSM-#D17-#D32	6
	4TCA-PCN-4GU+4G	4
	ASR1000-ESP40	2
	ASR1000-RP2	2
	ASR1000-SIP40	2
	ASR1004-PWR-AC	4

Device Tasks [new] [hide]

Find Devices

Name/IP/MAC:

Names within:

Device: **lijtpl1.arnes.si** [\[HTTP\]](#) [\[HTTPS\]](#) [\[refresh\]](#) [\[snmp-update\]](#) [\[delete\]](#)

Device Modules (311)

Number	Name	Class	Model	Description	Asset
1	WS-C6506-E	chassis	WS-C6506-E	Cisco Systems, Inc. Catalyst 6500 6-slot Chassis System	Cisco 6506, SAL1442X7GA, 588D09EB34C0

[csv] items per page

Module 1 contains:

Number	Name	Class	Model	Description	Asset
2	Physical Slot 1	container		Cisco Systems, Inc. Catalyst 6500 6-slot Physical Slot	-
8	Backplane	backplane		Cisco Systems, Inc. Catalyst 6500 6-slot backplane	-
3	Physical Slot 2	container		Cisco Systems, Inc. Catalyst 6500 6-slot Physical Slot	-
4	Physical Slot 3	container		Cisco Systems, Inc. Catalyst 6500 6-slot Physical Slot	-
5	Physical Slot 4	container		Cisco Systems, Inc. Catalyst 6500 6-slot Physical Slot	-
6	Physical Slot 5	container		Cisco Systems, Inc. Catalyst 6500 6-slot Physical Slot	-
7	Physical Slot 6	container		Cisco Systems, Inc. Catalyst 6500 6-slot Physical Slot	-
13	Container of Fan FRU 1	container		Container of Fan FRU	-
15	Container of Container of Power Supply	container		Container of Container of Power Supply	-

[csv] items per page

Module 2 contains:

Number	Name	Class	Model	Description	Asset
4000	1	module	WS-X6704-10GE	WS-X6704-10GE CEF720 4 port 10-Gigabit Ethernet Rev. 2.6	Cisco WS-X6704-10GE, SAL11402ZXR

[csv] items per page

Module 4000 contains:

Number	Name	Class	Model	Description	Asset
4001	CPU of Module 1	module		CPU of Module 1	-
4002	module 1 power-output-fail Sensor	sensor		module 1 power-output-fail Sensor	-
4100	Te1/1	port		Transceiver Port Te1/1	-
4003	module 1 outlet temperature Sensor	sensor		module 1 outlet temperature Sensor	-
4101	Te1/2	port		Transceiver Port Te1/2	-
4004	module 1 inlet temperature Sensor	sensor		module 1 inlet temperature Sensor	-
4102	Te1/3	port		Transceiver Port Te1/3	-
4005	module 1 insufficient cooling Sensor	sensor		module 1 insufficient cooling Sensor	-
4103	Te1/4	port		Transceiver Port Te1/4	-
4006	EARL Switching Engine Container 1	container		Switching Engine Container 1	-

Module 4000 contains:

Number	Name	Class	Model	Description	Asset
4001	CPU of Module 1	module		CPU of Module 1	-
4002	module 1 power-output-fail Sensor	sensor		module 1 power-output-fail Sensor	-
4100	Te1/1	port		Transceiver Port Te1/1	-
4003	module 1 outlet temperature Sensor	sensor		module 1 outlet temperature Sensor	-
4101	Te1/2	port		Transceiver Port Te1/2	-
4004	module 1 inlet temperature Sensor	sensor		module 1 inlet temperature Sensor	-
4102	Te1/3	port		Transceiver Port Te1/3	-
4005	module 1 insufficient cooling Sensor	sensor		module 1 insufficient cooling Sensor	-
4103	Te1/4	port		Transceiver Port Te1/4	-
4006	EARL Switching Engine Container 1	container		Switching Engine Container 1	-

[csv]

Show 50 items per page

Module 4100 contains:

Number	Name	Class	Model	Description	Asset
4200	10-Gigabit Transceiver Port Container Te1/1	container		10-Gigabit Transceiver Port Container Te1/1	-

[csv]

Show 50 items per page

Module 4101 contains:

Number	Name	Class	Model	Description	Asset
4201	10-Gigabit Transceiver Port Container Te1/2	container		10-Gigabit Transceiver Port Container Te1/2	-

[csv]

Show 50 items per page

Module 4201 contains:

Number	Name	Class	Model	Description	Asset
4312	Transceiver Te1/2	module	XENPAK-10GB-SR	Xenpak Transceiver 10Gbase-SR Te1/2	Cisco XENPAK, SR, IJM1147M10N

[csv]

Show 50 items per page

Module 4312 contains:

Number	Name	Class	Model	Description	Asset
4313	Te1/2 Module Temperature Sensor	sensor		TenGigabitEthernet1/2 Module Temperature Sensor	-
4314	Te1/2 Supply Voltage Sensor	sensor		TenGigabitEthernet1/2 Supply Voltage Sensor	-
4315	Te1/2 Bias Current Sensor	sensor		TenGigabitEthernet1/2 Bias Current Sensor	-
4316	Te1/2 Transmit Power Sensor	sensor		TenGigabitEthernet1/2 Transmit Power Sensor	-
4317	Te1/2 Receive Power Sensor	sensor		TenGigabitEthernet1/2 Receive Power Sensor	-

[csv]

Show 50 items per page

Module 4102 contains:

Number	Name	Class	Model	Description	Asset
4202	10-Gigabit Transceiver Port Container Te1/3	container		10-Gigabit Transceiver Port Container Te1/3	-

[csv]

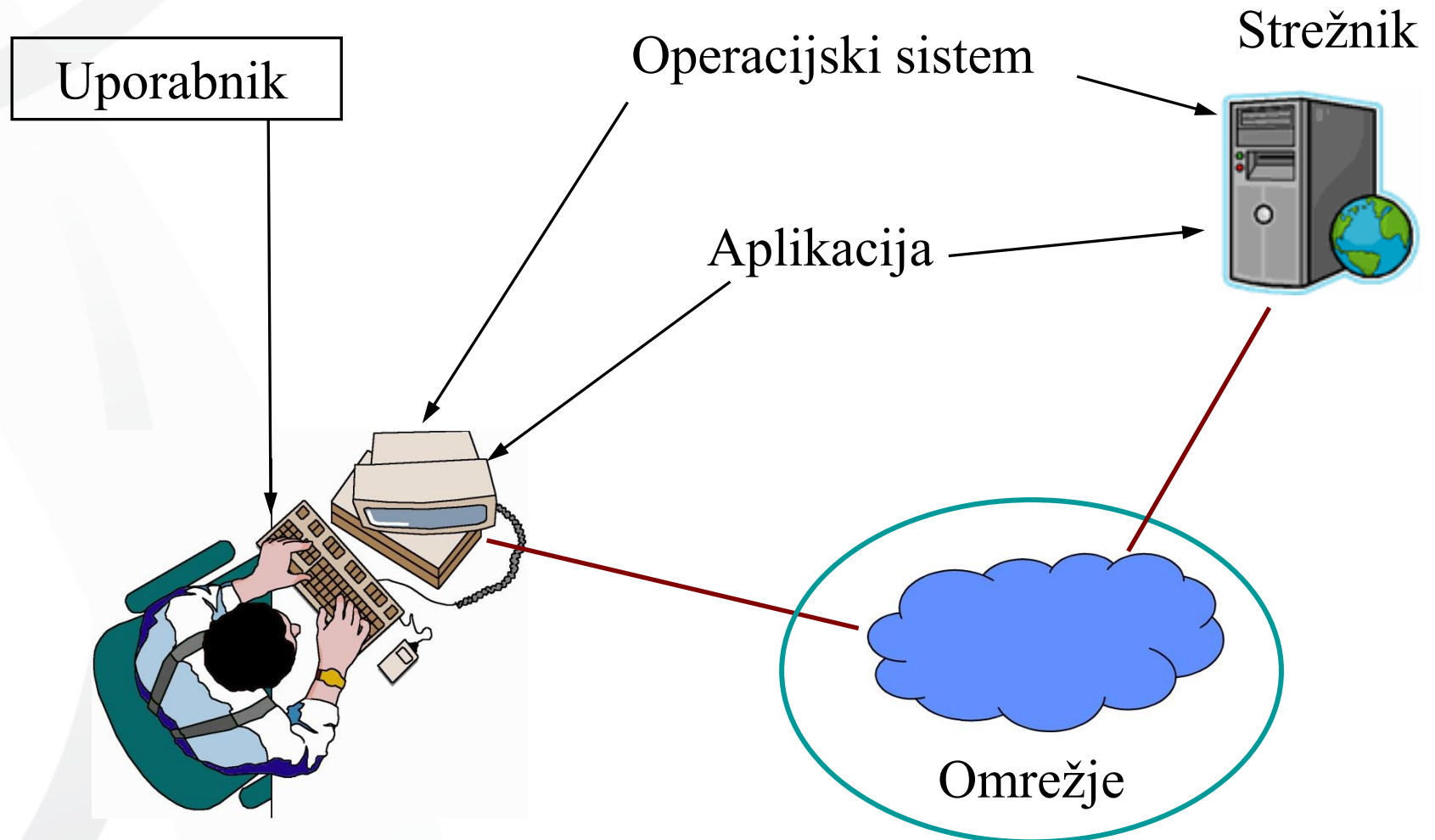
Show 50 items per page

Upravljanje varnosti

- Zaščita omrežnih naprav
 - ACL, požarni zid
 - Omejitev količine prometa, ki pride do CPU
- Zaščita omrežij:
 - Lokalnega omrežja pred internetom
 - Interneta pred lokalnim omrežjem
- Pomoč - dnevniški zapisi
 - Syslog, SNMP trap...
 - Netflow (sFlow)



Diagosticiranje



Diagnosticiranje v omrežjih IP

- Lokalizacija/identifikacija razlogov za probleme v omrežju
 - Tradicionalna orodja (ping, traceroute) niso dovolj dobra.



Težave tradicionalnih orodij

```
$ ping -s www.uni-mb.si
```

```
PING www.uni-mb.si: 56 data bytes
```

```
64 bytes from www.uni-mb.si (164.8.23.111): icmp_seq=0. time=4. ms
```

```
64 bytes from www.uni-mb.si (164.8.23.111): icmp_seq=1. time=4. ms
```

```
64 bytes from www.uni-mb.si (164.8.23.111): icmp_seq=2. time=3. ms
```

```
64 bytes from www.uni-mb.si (164.8.23.111): icmp_seq=3. time=4. ms
```

```
64 bytes from www.uni-mb.si (164.8.23.111): icmp_seq=4. time=4. ms
```

```
64 bytes from www.uni-mb.si (164.8.23.111): icmp_seq=5. time=3. ms
```

```
^C
```

```
----www.uni-mb.si PING Statistics----
```

```
6 packets transmitted, 6 packets received, 0% packet loss
```

```
round-trip (ms) min/avg/max = 3/3/4
```

```
$
```



Težave tradicionalnih orodij

```
$ ping -s www.cnn.com
```

```
PING www.cnn.com: 56 data bytes
```

```
^C
```

```
----www.cnn.com PING Statistics----
```

```
86 packets transmitted, 0 packets  
received, 100% packet loss
```

```
$
```



Težave tradicionalnih orodij

\$ traceroute www.cnn.com

```
traceroute: Warning: www.cnn.com has multiple addresses; using 157.166.255.18
traceroute to www.cnn.com (157.166.255.18), 30 hops max, 40 byte packets
 1 ojstrica.arnes.si (193.2.1.193) 1.066 ms 0.614 ms 0.596 ms
 2 rarnes13-G1-0x90.arnes.si (194.249.16.201) 1.351 ms 2.889 ms 2.330 ms
 3 larnes6-V103.arnes.si (212.235.160.237) 1.321 ms 1.387 ms 1.337 ms
 4 rarnes2-X0-0-0x102.arnes.si (212.235.160.243) 1.248 ms 4.673 ms 1.417 ms
 5 arnes-bckp.rt1.bud.hu.geant2.net (62.40.124.113) 8.571 ms 8.356 ms 8.827 ms
 6 bpt-b2-link.telia.net (80.239.134.1) 8.288 ms 8.561 ms 10.863 ms
 7 hbg-bb2-link.telia.net (80.91.250.134) 33.143 ms 30.328 ms 30.540 ms
 8 ldn-bb2-link.telia.net (80.91.250.151) 45.309 ms
   ldn-bb2-link.telia.net (80.91.254.219) 44.087 ms
   ldn-bb2-link.telia.net (80.91.250.151) 44.262 ms
 9 80.91.253.118 (80.91.253.118) 116.576 ms
   nyk-bb2-pos0-2-0.telia.net (213.248.65.94) 116.007 ms 118.039 ms
10 nyk-b5-link.telia.net (80.91.248.162) 114.598 ms
   nyk-b5-link.telia.net (80.91.248.154) 118.482 ms 147.873 ms
...
17 ae-2.ebr3.Atlanta2.Level3.net (4.69.132.85) 136.046 ms 144.237 ms 143.677 ms
18 ae-11-51.car1.Atlanta1.Level3.net (4.68.103.2) 313.401 ms 225.119 ms 237.362 ms
19 * * *
20 * * *
21 * * *
22^C
$
```



Težave tradicionalnih orodij

- Pogoj za zanesljivost rezultatov:
 - Transparentnost omrežja
 - Odzivnost omrežnih naprav
- Dejansko stanje:
 - Omrežne naprave testni promet
 - Zavračajo/se ne odzovejo?
 - Omejujejo?
 - Obravnavajo z nižjo prioriteto?
- Zapleti ob uporabi QoS v omrežju (DSCP)
 - Kje se paketi “barvajo”?
 - Kje se izvaja omejevanje posameznih razredov prometa?
 - Se “barva” paketov ohranja na celotni poti?
 - A vsi omrežni elementi zagotavljajo ustrezen režim strežbe?

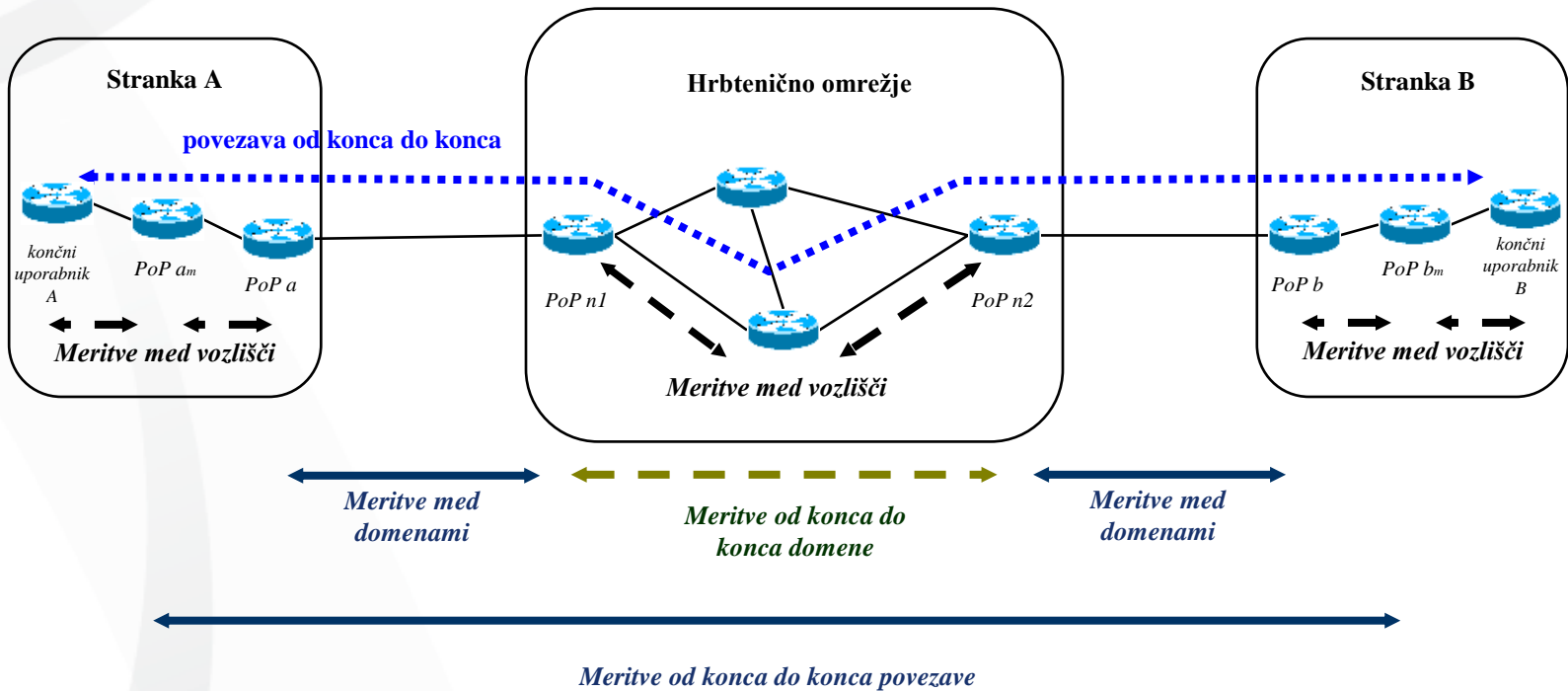


Kako iz težav?

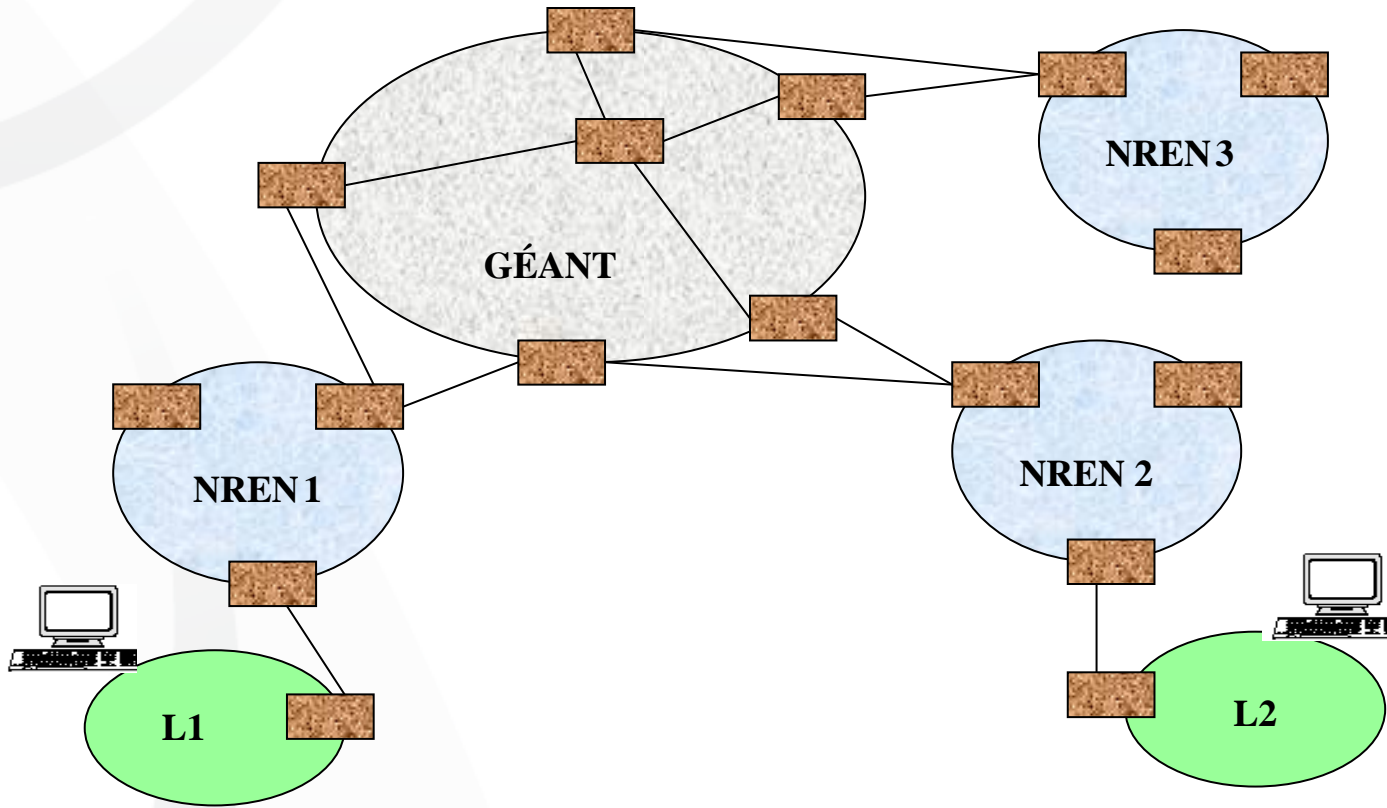
- Potrebujemo več podatkov:
 - Delež izgubljenih paketov, duplikati
 - Zakasnitev paketov pri prenosu (v eno smer)
 - Nihanje zakasnitve
 - Spreminjanje vrstnega reda paketov
 - Zasedenost povezav
 - Razpoložljiva pasovna širina
 - Vrednost števcov na omrežnih napravah
- Meritve po segmentih omrežja
 - Na zahtevo/periodične
 - Aktivne/pasivne



Potrebne meritve



Množica upravljaljskih domen



L1, L2: domena končnega uporabnika

NREN 1,2,3: hrbtenica NREN-a

 usmerjevalnik prometa

glajenje, kontrola, označevanje, omejevanje, razvrščanje

Problematika več-operaterskega okolja

- Večino meritev lahko izvaja le operater omrežja
 - Dostop do omrežnih elementov
 - Poznavanje topologije omrežja
 - NOC (Network Operations Center)
- Povezava preko omrežij več operaterjev?
 - Vpletenih več NOC-ov
 - Potrebna koordinacija pri diagnosticiranju napake
 - Ni ustreznih orodij
 - Zavračanje “krivde”
 - Dolgotrajni postopki

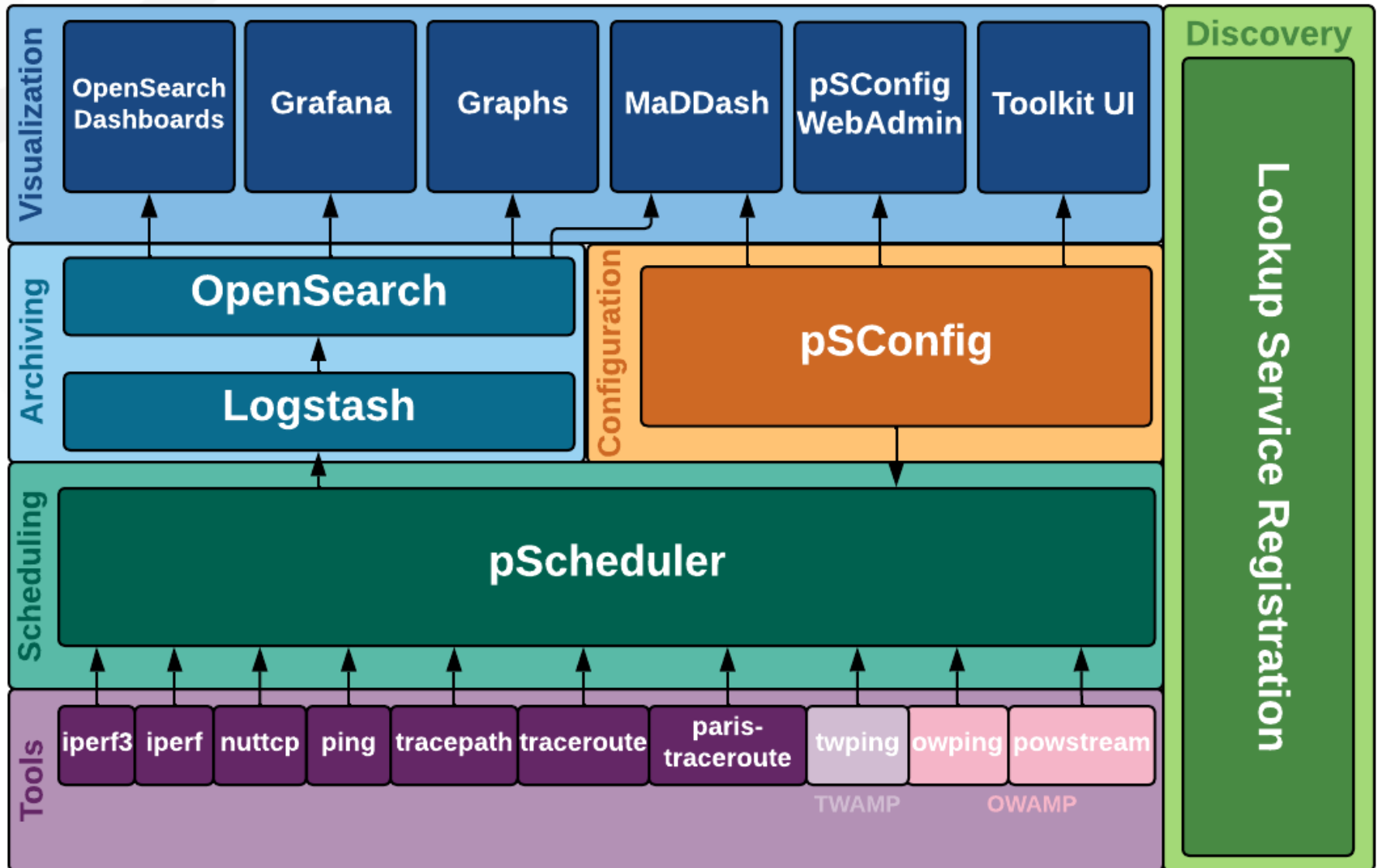


Primer rešitve: perfSONAR

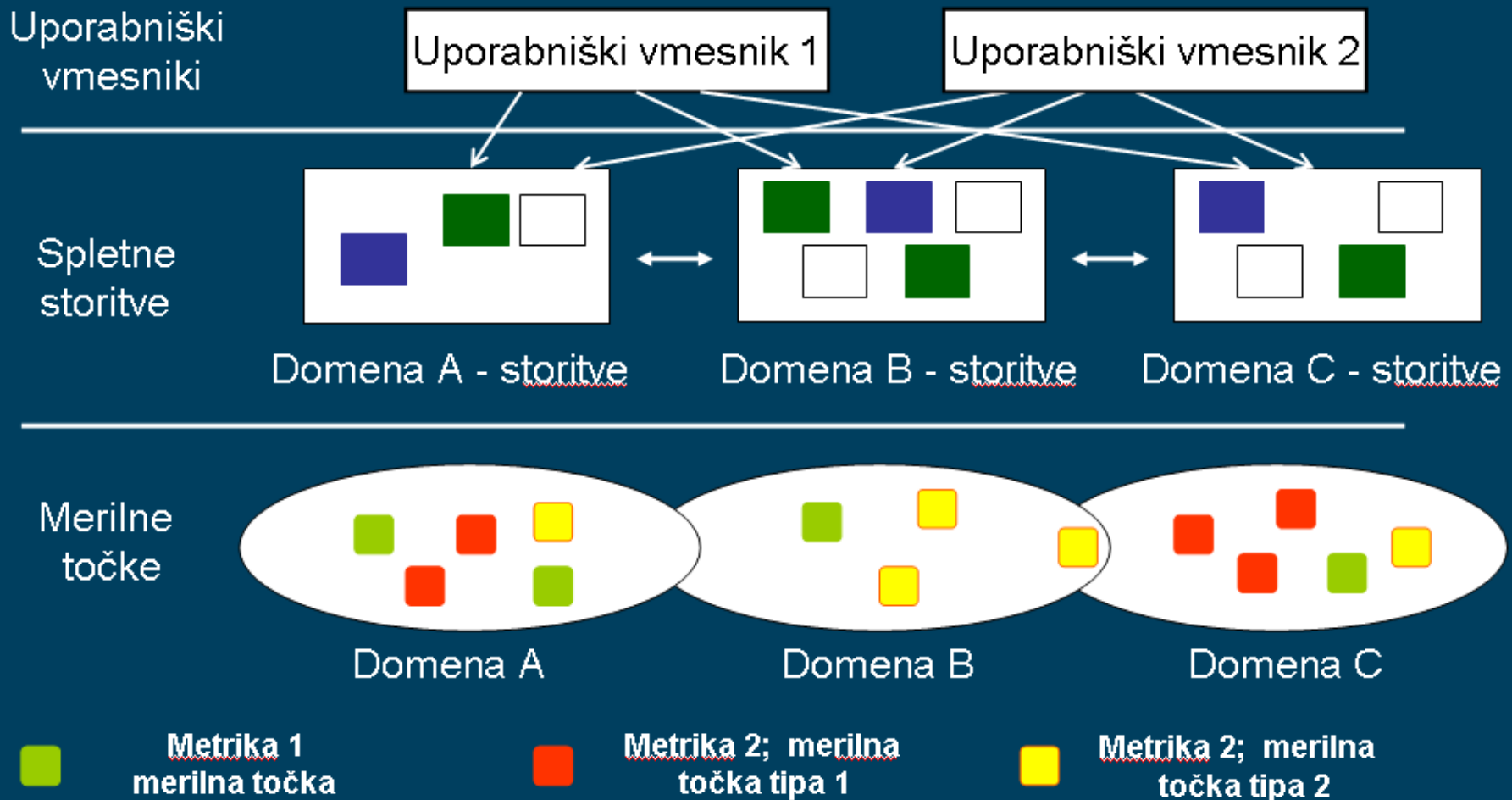
- perfSONAR: performance Service Oriented Network monitoring Architecture
- Razvoj: GÉANT, I2, Indiana University, Esnet...
- Apache 2.0 licenca
- Uporaba obstoječih orodij
 - BWCTL (iperf2, iperf3, nuttcp)
 - OWAMP, TWAMP
 - traceroute, tracepath, paris-traceroute, ping
 - MaDDash,...



perfSONAR



Perfsonar - arhitektura



perfSONAR

Query & search options

Service addresses
Time options

Execute query

Retrieve all
Clear
Refresh

Interface details

ISTF-J

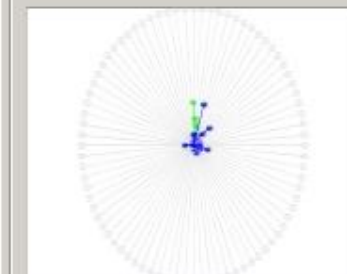
Hostname PoP-SOF
IP Address 195.251.4.61
Interface name PO2/1
Interface descrip... SEEREN-SOF==...
Capacity 155000000
Resolution 300
Key localhost.3b5eba...

Search by interface IP

```
1 swiBE2-G2-3.switch.ch (130.59.36.114) 0 msec 0 msec
2 swiBE1-G2-4.switch.ch (130.59.36.197) 0 msec 4 ms
3 swiCE2-G3-1.switch.ch (130.59.36.109) 4 msec 4 ms
4 switch.rt1.gen.ch.geant2.net (62.40.124.21) [AS 2
5 so-2-0-0.rt1.mil.it.geant2.net (62.40.112.34) [AS
6 garr-gw.rt1.mil.it.geant2.net (62.40.124.130) [AS
7 rt1-mil-rt-mi2.mi2.garr.net (193.206.134.190) [AS
```

File
Paste
Search
Traceroute & Search

Summary



Select Interface

No.	hostName	ifAddress	ifName	ifDescription	Capacity, ...	Inbound u...	Outbound ...	Inbound u...	Outbound ...	Domain
58	PoP-SOF	195.251.4.61	PO2/1	SEEREN-S...	155,000,000	31.02	7.119	48,081,112	11,034,101	ISTF-J
80	PoP-VAR	194.141.2...	Fa0/1.1120	PoP-VAR=...	100,000,000	19.505	2.463	19,505,018	2,462,671	ISTF-J
54	PoP-VTR	194.141.2...	Fa0/0.3	PoP-VTR=...	100,000,000	15.6	8.334	15,599,902	8,334,186	ISTF-J
72	Acc-UNWE...	192.168.1...	GI0/1	Acc-UNWE...	100,000,000	13.353	1.693	13,353,364	1,692,847	ISTF-J
48	PoP-SOF	195.251.4.42	PO2/0	SEEREN-S...	155,000,000	7.103	30.985	11,009,532	48,027,048	ISTF-J
8	Acc-MU-Ple...	194.141.67.1	Fa0/1	Acc-MU-Ple...	100,000,000	6.956	1.511	6,956,410	1,510,502	ISTF-J

Summary for all interfaces (Last 90 min)



Page
1 / 3
1-30
First
Prev
Next
Last

ISTF-J 195.251.4.61 PO2/1 SEEREN-SOF==SEEREN-BEG (Last week)



Time
Last 90 min
Last 8 hours
Last 24 hours
Last 3 days
Last week
Last month
Last 3 months
Last year

perfsONAR

Query options

Service addresses

Execute query

Retrieve all
Clear

Probe data

GEANT

Sender	Amsterdam_SUR...
Receiver	Athens_GRNET6
Sender IP address	2001:610:1:80a...
Receiver IP addr...	2001:648:2ffc:1...
Measurement ide...	0
Packet size	41
Group size	9
Sending interval	60
Precedence	0x0

June 2007

Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

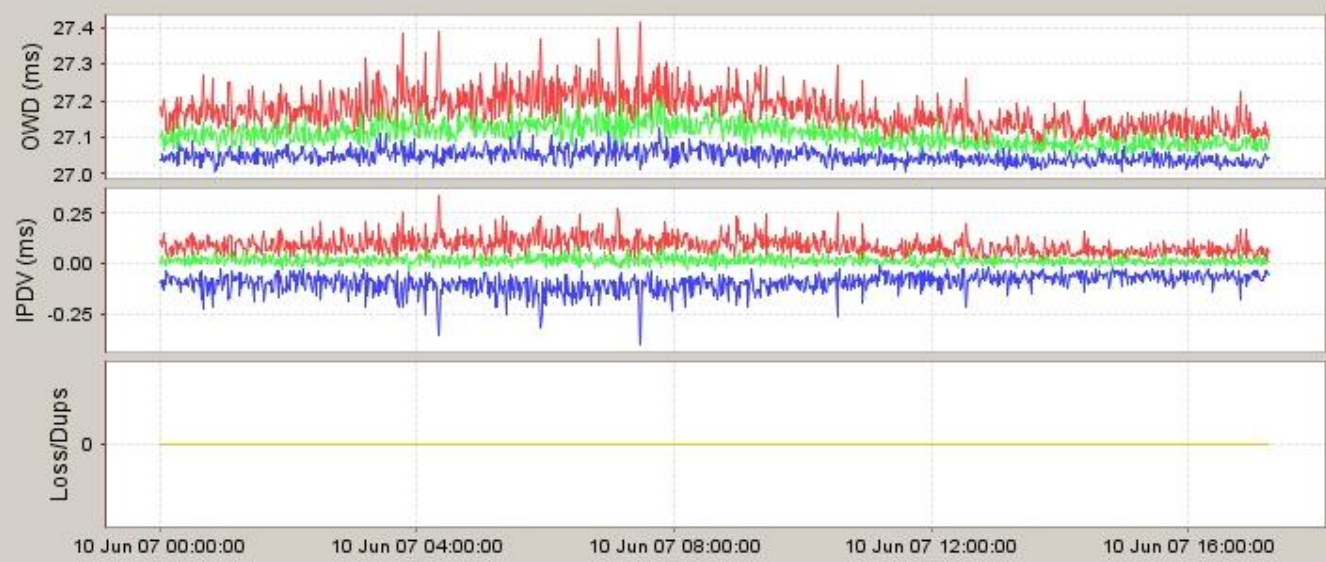
GEANT

- Measurement ide... N/A
- Packet size N/A
- Group size N/A
- Sending interval N/A
- Precedence N/A

Available measurements for Sun, Jun 10, 2007

#	Source	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Amsterdam_GEANT	■	■															
2	Amsterdam_SURFnet	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3	Amsterdam_SURFnet6			■	■													
4	Athens_GRNET		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5	Athens_GRNET6					■												
6	Bologna_GARR						■											
7	Budapest_GEANT	■						■										
8	Budapest_HUNGARNET		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
9	Budapest_HUNGARNET6			■	■	■				■								
10	Copenhagen_GEANT	■	■								■							
11	Frankfurt_DFN		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
12	Geneva_GEANT	■									■	■	■	■	■	■	■	■
13	Gent_BELNET		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
14	Kaunas_GEANT	■	■								■	■	■	■	■	■	■	■
15	Lisbon_FCCN	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
16	Ljubljana_GEANT	■	■															

Amsterdam_SURFnet6 to Athens_GRNET6



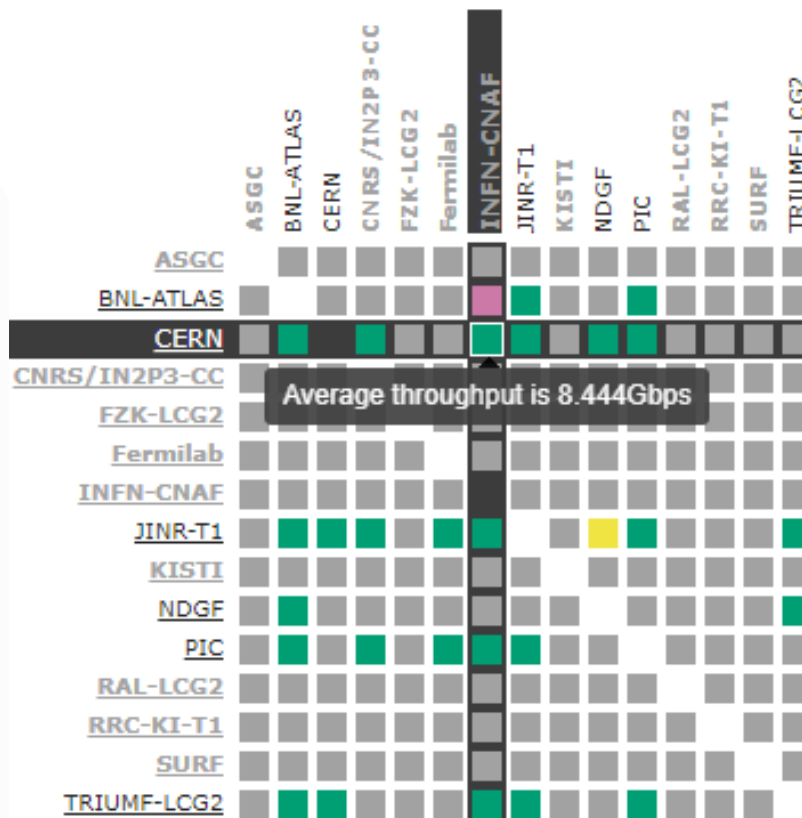
— med_owd — max_owd — min_owd — owd — ipdv — med_ipdv — max_ipdv — min_ipdv — duplicate_packets — loss

MaDDash - Monitoring and Debugging Dashboard

OPN Mesh Config - OPN IPv4 Bandwidth - Throughput



! Found a total of 9 problems involving 9 hosts in the grid

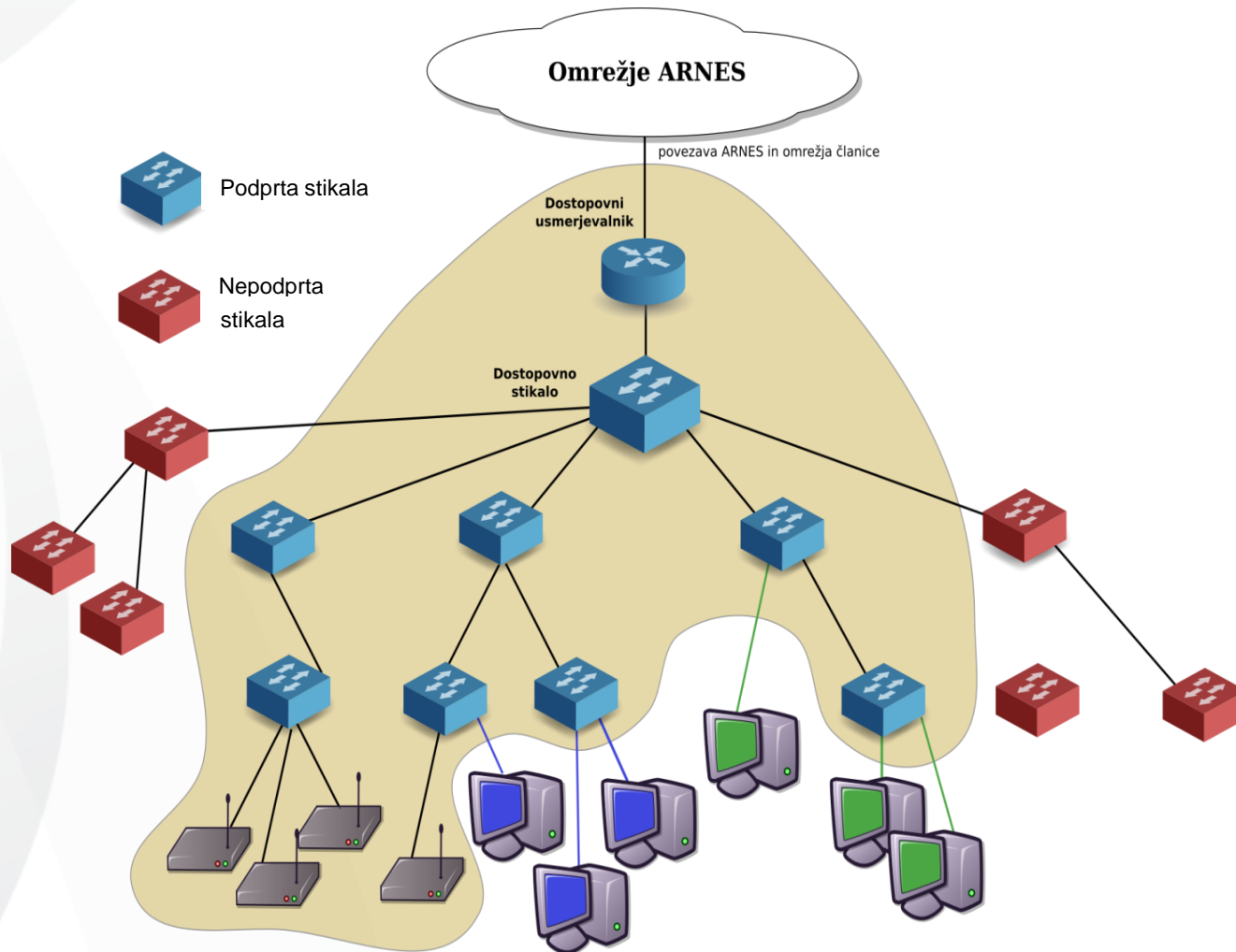


Orodja - avtomatizacija

- Veliko število naprav -> avtomatizacija
- Primer: projekt WLAN-2020
 - Postavitev WLAN na 952 lokacijah VIZ v 3 letih
 - > 20.000 naprav (dostopovne točke, L2 stikala, L3 CPE)
- Zakaj ne ročno?
 - Preveč (natančnega) dela
 - **P**rava naprava na **P**ravo lokacijo s **P**ravo konfiguracijo?
- Avtomatizacija
 - Konfiguriranja (PnP)
 - Nadzora (telemetrija)
 - Statistik
 - Nadgradenj



Centralno upravljanje



Orodja - avtomatizacija

- Pogoji za avtomatizacijo
 - Poenostavitev
 - Standardizacija
 - Naprave z API (NETCONF/RPC, REST...)
- Implementacija na Arnesu: ANSO
 - Baza kot vir podatkov
 - Podatkovni modeli za konfigurir. in upravljanje: YANG...
 - Priprava konfiguracij + konfiguriranje naprav:
 - Ansible/NAPALM
 - Python ... DevOps

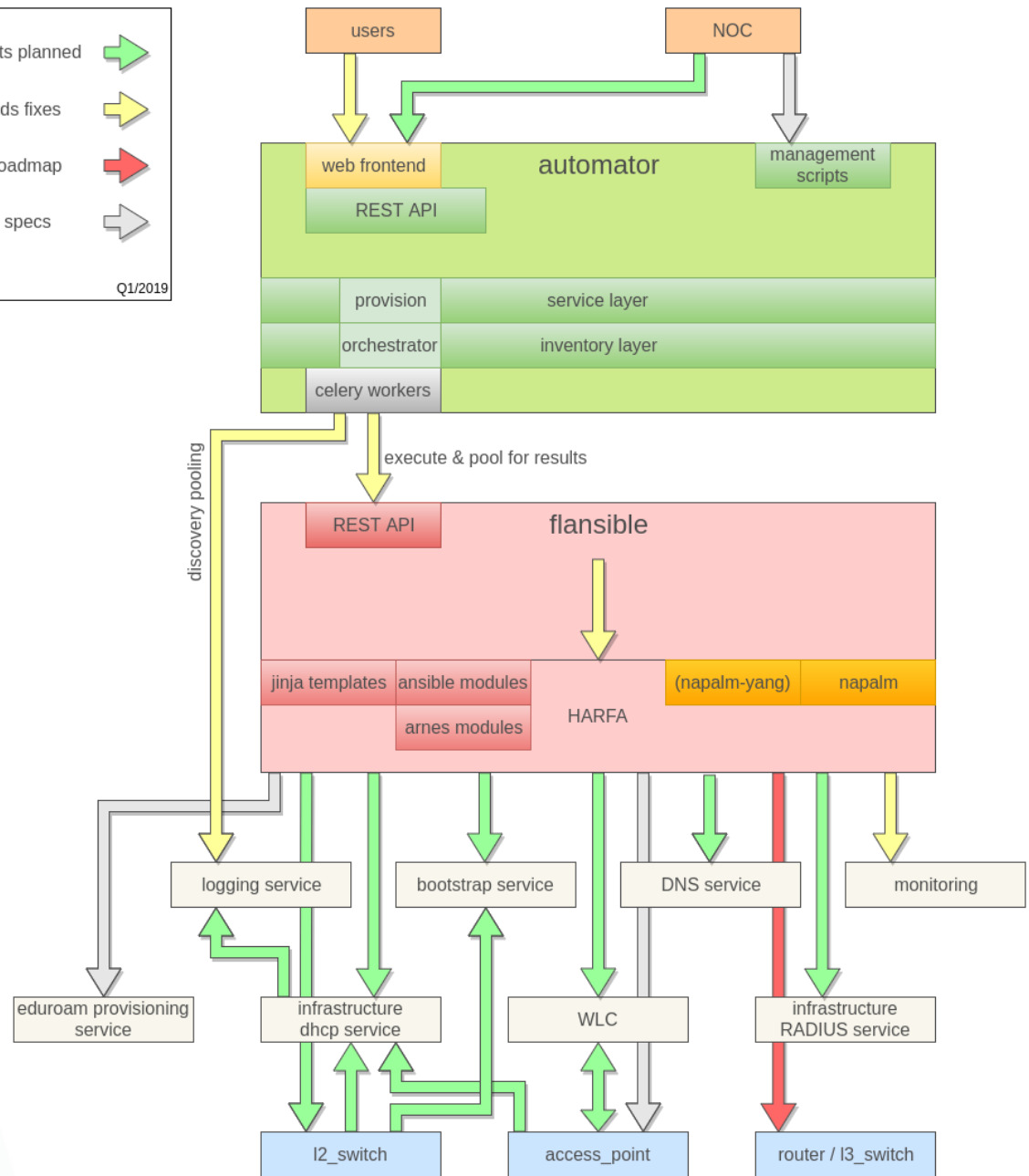
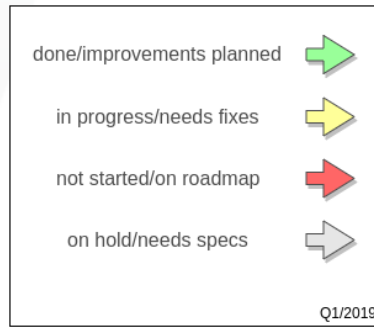


ANSO - umestitev

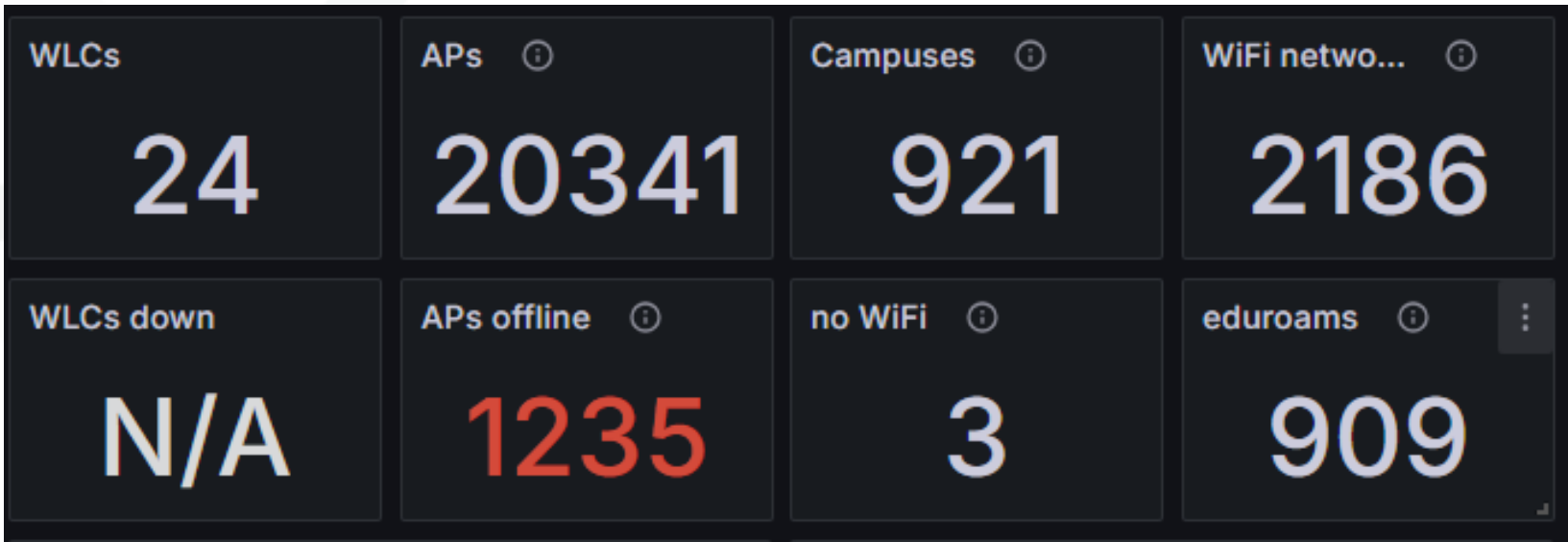
- Avtomatsko konfiguriranje (PnP)
 - Stikala, Dostopovne točke
- 1. Montaža (izvajalec)
- 2. Priklop (izvajalec)
- 3. Konfiguriranje
- 4. Nadzor
- 5. Verifikacija (Arnes)

Samodejno pod nadzorom Arnesa

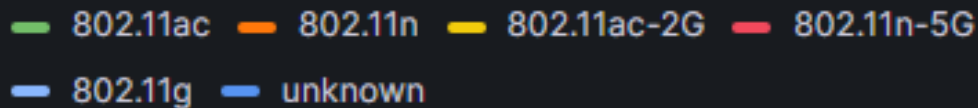
ANSO stack



Pregled stanja WiFi - globalno



Clients per radio type ⓘ



Campuses per WLC

lc23.anso.arnes.si	<div style="width: 58%;"></div>	58
wlc1.anso.arnes.si	<div style="width: 51%;"></div>	51
rlc14.anso.arnes.si	<div style="width: 50%;"></div>	50
lc22.anso.arnes.si	<div style="width: 49%;"></div>	49
rlc21.anso.arnes.si	<div style="width: 47%;"></div>	47
lc20.anso.arnes.si	<div style="width: 45%;"></div>	45
rlc16.anso.arnes.si	<div style="width: 44%;"></div>	44
wlc9.anso.arnes.si	<div style="width: 43%;"></div>	43
wlc11.anso.arnes.si	<div style="width: 42%;"></div>	42
rlc18.anso.arnes.si	<div style="width: 42%;"></div>	42
rlc15.anso.arnes.si	<div style="width: 39%;"></div>	39
wlc6.anso.arnes.si	<div style="width: 39%;"></div>	39

APs per WLC

lc20.anso.arnes.si	<div style="width: 1025%;"></div>	1025
rlc16.anso.arnes.si	<div style="width: 972%;"></div>	972
wlc7.anso.arnes.si	<div style="width: 908%;"></div>	908
wlc8.anso.arnes.si	<div style="width: 906%;"></div>	906
wlc6.anso.arnes.si	<div style="width: 902%;"></div>	902
wlc1.anso.arnes.si	<div style="width: 900%;"></div>	900
wlc4.anso.arnes.si	<div style="width: 900%;"></div>	900
lc22.anso.arnes.si	<div style="width: 899%;"></div>	899
wlc5.anso.arnes.si	<div style="width: 895%;"></div>	895
wlc2.anso.arnes.si	<div style="width: 888%;"></div>	888
rlc18.anso.arnes.si	<div style="width: 883%;"></div>	883
rlc12.anso.arnes.si	<div style="width: 881%;"></div>	881

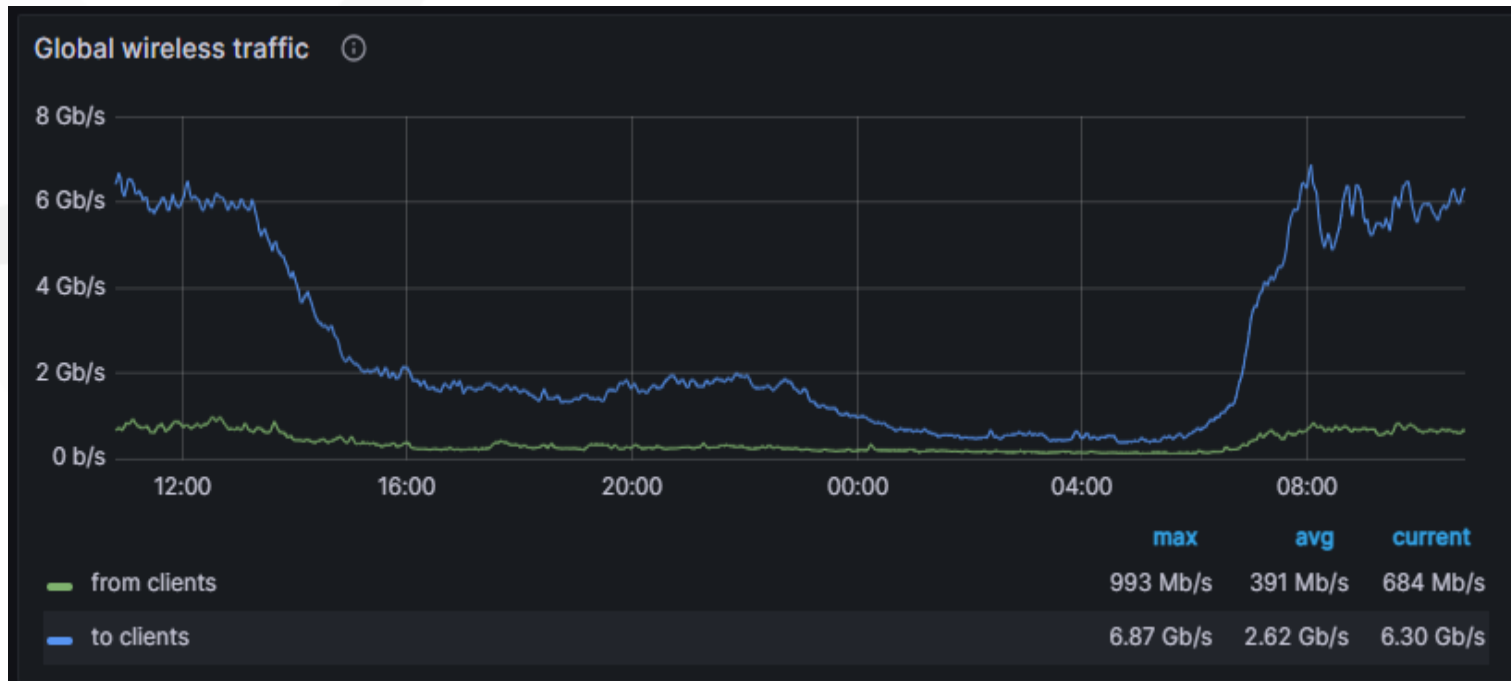
WiFi networks per WLC

rlc23.anso.arnes.si	<div style="width: 122%;"></div>	122
rlc20.anso.arnes.si	<div style="width: 113%;"></div>	113
wlc1.anso.arnes.si	<div style="width: 113%;"></div>	113
rlc22.anso.arnes.si	<div style="width: 112%;"></div>	112
wlc21.anso.arnes.si	<div style="width: 109%;"></div>	109
wlc9.anso.arnes.si	<div style="width: 106%;"></div>	106
wlc14.anso.arnes.si	<div style="width: 105%;"></div>	105
wlc18.anso.arnes.si	<div style="width: 104%;"></div>	104
wlc11.anso.arnes.si	<div style="width: 100%;"></div>	100
wlc16.anso.arnes.si	<div style="width: 99%;"></div>	99
wlc7.anso.arnes.si	<div style="width: 99%;"></div>	99
wlc6.anso.arnes.si	<div style="width: 97%;"></div>	97

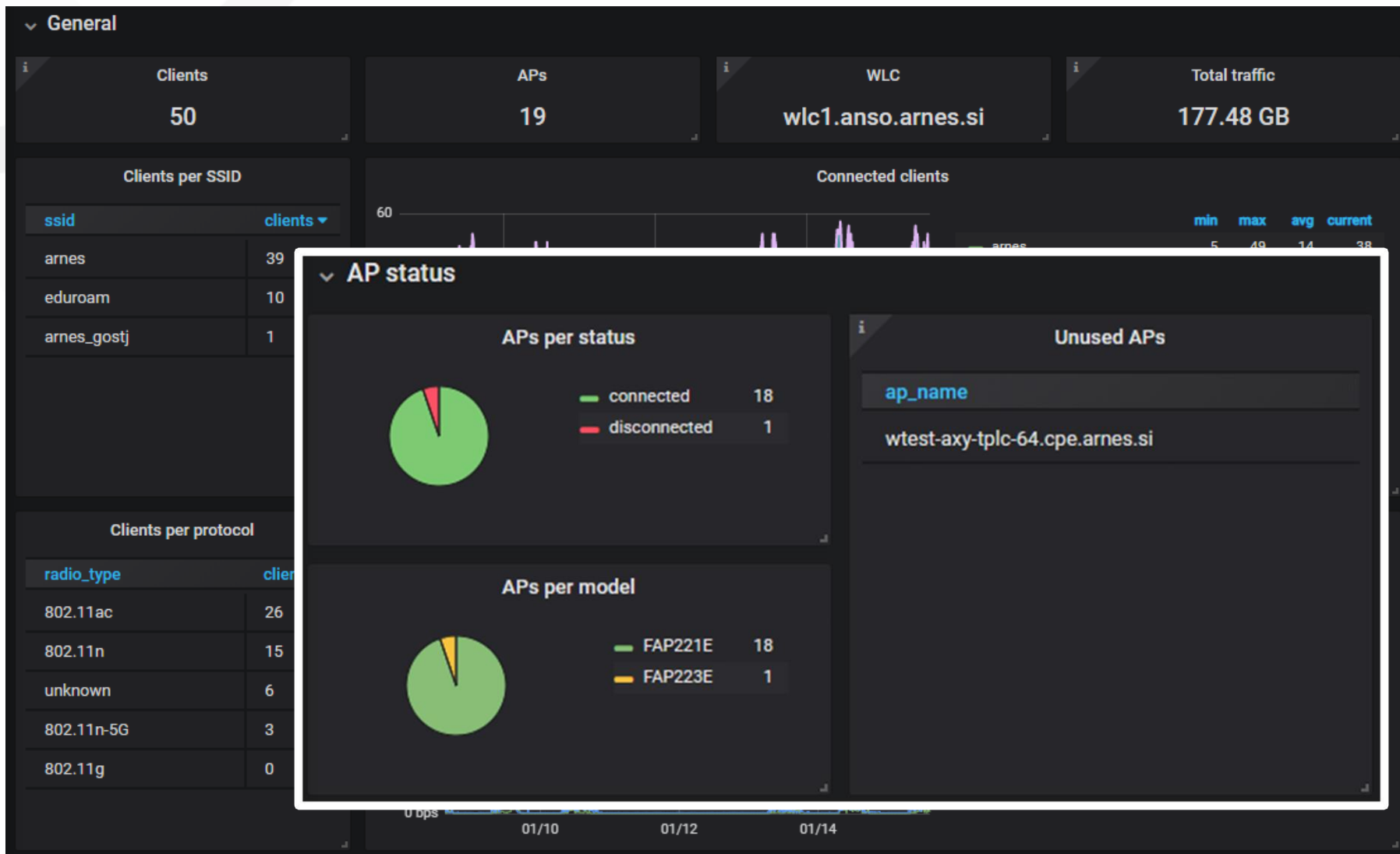
Clients per WLC

c23.anso.arnes.si	<div style="width: 775%;"></div>	775
c22.anso.arnes.si	<div style="width: 557%;"></div>	557
lc15.anso.arnes.si	<div style="width: 548%;"></div>	548
lc11.anso.arnes.si	<div style="width: 417%;"></div>	417
rlc5.anso.arnes.si	<div style="width: 398%;"></div>	398
lc16.anso.arnes.si	<div style="width: 369%;"></div>	369
wlc1.anso.arnes.si	<div style="width: 336%;"></div>	336
rlc8.anso.arnes.si	<div style="width: 322%;"></div>	322
rlc2.anso.arnes.si	<div style="width: 317%;"></div>	317
c20.anso.arnes.si	<div style="width: 305%;"></div>	305
rlc3.anso.arnes.si	<div style="width: 296%;"></div>	296
c21.anso.arnes.si	<div style="width: 288%;"></div>	288

Pregled stanja WiFi - globalno



Stanje ene lokacije - pregled



Stanje ene lokacije - AP

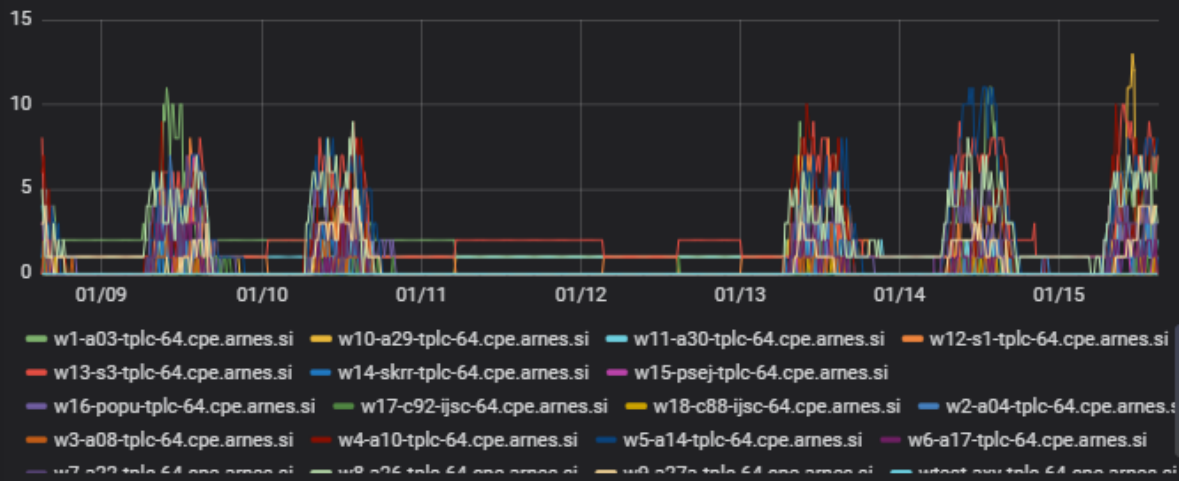
AP info ▾						
ap_name ▲	ap_state	ap_status	model	os_version	profile	serial_number
w16-popu-tp1c-64.cpe.arnes.si	authorized	connected	FAP221E	v6.0-build0057	arnes_FAP221E	FP221ETF18069665
w17-c92-ijsc-64.cpe.arnes.si	authorized	connected	FAP221E	v6.0-build0057	arnes_FAP221E	FP221ETF18068914
w18-c88-ijsc-64.cpe.arnes.si	authorized	connected	FAP221E	v6.0-build0057	arnes_FAP221E	FP221ETF18068924
w2-a04-tp1c-64.cpe.arnes.si	authorized	connected	FAP221E	v6.0-build0057	arnes_FAP221E	FP221ETF18069113
w3-a08-tp1c-64.cpe.arnes.si	authorized	connected	FAP221E	v6.0-build0057	arnes_FAP221E	FP221ETF18070667
w4-a10-tp1c-64.cpe.arnes.si	authorized	connected	FAP221E	v6.0-build0057	arnes_FAP221E	FP221ETF18069449
w5-a14-tp1c-64.cpe.arnes.si 🔍	authorized	connected	FAP221E	v6.0-build0057	arnes_FAP221E	FP221ETF18069192
w6-a17-tp1c-64.cpe.arnes.si	authorized	connected	FAP221E	v6.0-build0057	arnes_FAP221E	FP221ETF18069680
w7-a22-tp1c-64.cpe.arnes.si	authorized	connected	FAP221E	v6.0-build0057	arnes_FAP221E	FP221ETF18069673
w8-a26-tp1c-64.cpe.arnes.si	authorized	connected	FAP221E	v6.0-build0057	arnes_FAP221E	FP221ETF18069521
w9-a27a-tp1c-64.cpe.arnes.si	authorized	connected	FAP221E	v6.0-build0057	arnes_FAP221E	FP221ETF18069142
wtest-axy-tp1c-64.cpe.arnes.si	authorized	disconnected	FAP223E	unknown	arnes_FAP223E	FP223ETF18001224



Stanje ene lokacije - uporabniki

▼ Clients

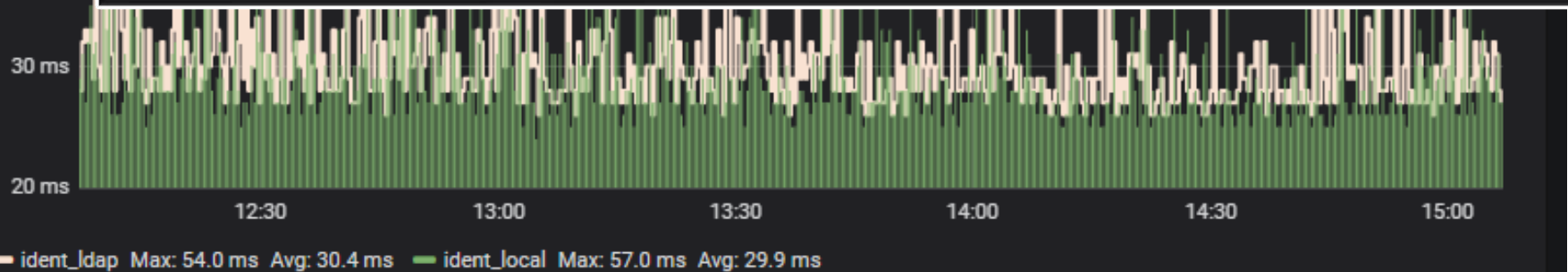
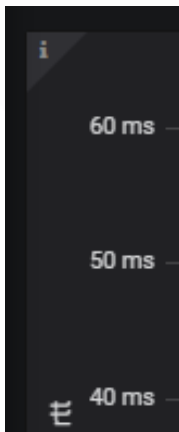
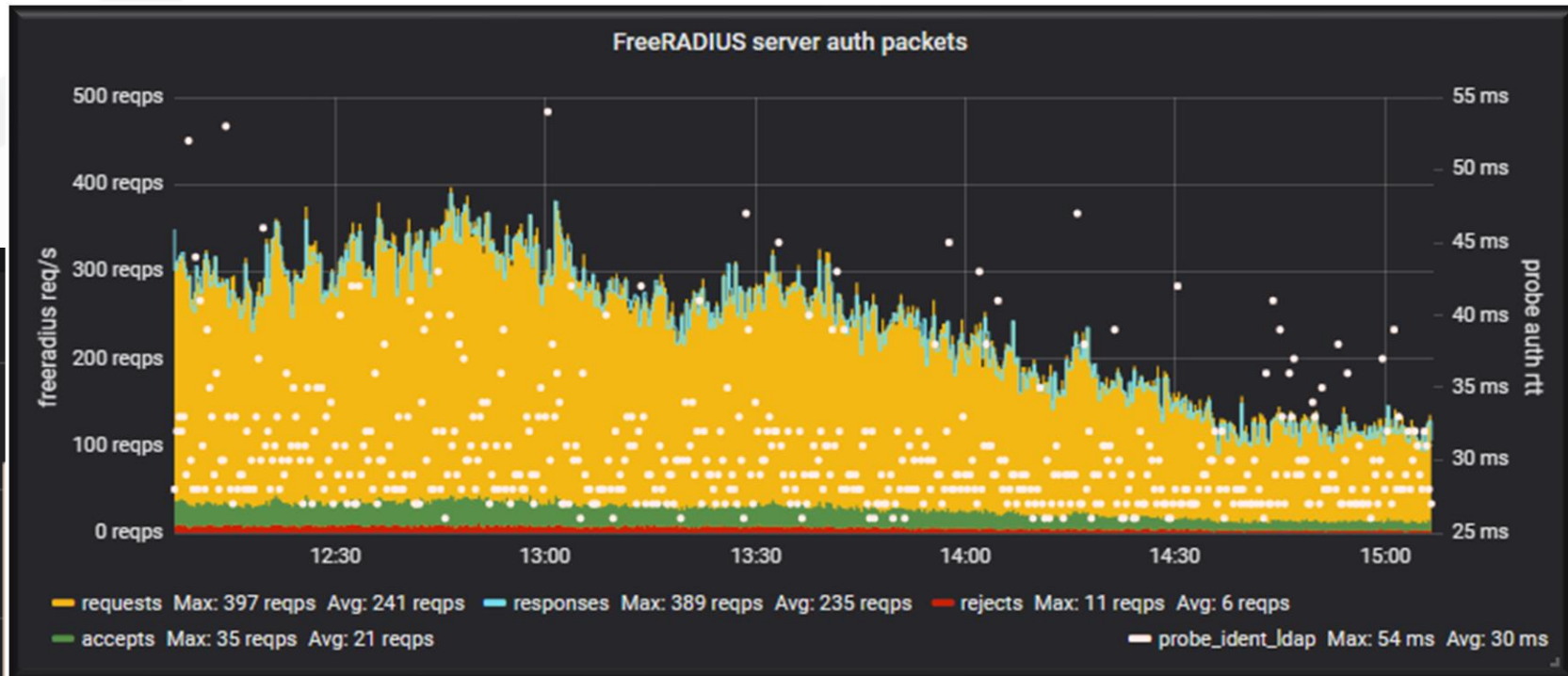
Clients per AP



Clients per AP ▼

ap_name	clients ▼
w4-a10-tplc-64.cpe.arnes.si	10
w13-s3-tplc-64.cpe.arnes.si	8
w5-a14-tplc-64.cpe.arnes.si	6
w8-a26-tplc-64.cpe.arnes.si	6
w9-a27a-tplc-64.cpe.arnes.si	4
w1-a03-tplc-64.cpe.arnes.si	3
w7-a22-tplc-64.cpe.arnes.si	3
w6-a17-tplc-64.cpe.arnes.si	2
w2-a04-tplc-64.cpe.arnes.si	2
w16-popu-tplc-64.cpe.arnes.si	2
w3-a08-tplc-64.cpe.arnes.si	1
w15-psej-tplc-64.cpe.arnes.si	1
w10-a29-tplc-64.cpe.arnes.si	1
w14-skrr-tplc-64.cpe.arnes.si	1
w12-s1-tplc-64.cpe.arnes.si	1

Statistika RADIUS - globalno



Kvantna doba

- Kvantni računalniki
 - Ultra zmogljivi, špica razvoja (IBM...)
 - EU jih sofinancira 6, SI bo soudeležena v Cineci, IT

SI
CR

potreba po PC
inter
sine



Kvantno računalništvo

Quantum Computing | Comparison

- Superposition: A qubit is considered to have the states 0 and 1 at the same time
- Quantum entanglement: when two qubits are entangled, changes to one qubit directly impacts the other
- Interference: in a system of multiple entangled qubits there will be interferences

Leveraging the properties of qubits the comparison between qubits and bits can be simplified as:

$$n \text{ qubits} = 2^n \text{ bits}$$

# of Qubits	Required bits to match	Equivalent classical computer RAM	Equivalent classical computer processing time
10	1024	128 bytes	2.6 μ s
20	1,048,576	131 kb	0.26 ms
30	1.1 bilion	134 Mb	0.27 seconds
40	1.1 trillion	137 Gb/s	4.6 minutes
53	9.0×10^{15}	1 Terabyte	625 hours
63	9.0×20^{18}	1 Petabyte	73 years
100	9.0×10^{30}	1 Exabyte	10 trillion years
1,000	9.0×10^{301}	1.3×10^{232} Exabytes	8.5×10^{283} years

Kvantna doba

- Kvantni računalniki
 - Ultra zmogljivi, špica razvoja (IBM...)
 - EU jih sofinancira 6, SI soudeležena v Cineci, IT
 - Super za določene probleme
 - Shor-jev algoritem
 - faktorizacija velikih števil v polinomskem času $O(\log N^3)$
 - [Tudi discrete logarithm problem](#) or the [elliptic-curve discrete logarithm problem](#)
 - eksponentna pohitritev klasičnih algoritmov
 - smrt za (veliko od) „public-key“ alias „asymmetric“ kriptografije :
 - RSA
 - Diffie-Helman: Finite Field, Elliptic Curve (ECDH)
 - uporaba za izmenjavo ključev, digitalne podpise !!
 - v internetu: TLS, SSH, S/MIME, PGP...
 - SNDL: Store Now, Decrypt Later !
 - CRQC: “Cryptographically Relevant Quantum Computer“
 - Q-Day : ko bodo kvantni računalniki dovolj zmogljivi
 - čez 7-10 let ? 5 – 15 let?
 - ⇒ **potreba po PQC** : Post-Quantum Cryptography
 - intenziven razvoj, toda standardizacija traja
 - simetrična kriptografija je „odporna“, problem izmenjava ključev
- „Hype“: veliko ugibanja, megle ... pa tudi dela na razvoju



Kvantna doba

- Kvantne komunikacije
 - QCI – Quantum Communication Infrastructure
 - za eksperimente, GEANT, SiQUID...
 - QKD – Quantum Key Distribution
 - varna izmenjava simetričnih kriptoključev
 - informacija shranjena v kvantnem stanju fotonov
 - „no-cloning“ teorem: prisluškovanje se detektira!
 - prve implementacije, omejena uporaba (optika, slabljenje)
 - Razvoj „prave“ kvantne komunikacije: prenos „entangled“ fotonov med kvantnimi računalniki (QuixQuantum, NL)



Kadri – potrebno znanje

- Telekomunikacije
 - Internetne tehnologije (IP, DNS, ping, traceroute...)
 - Optične komunikacije (vlakna, ojačevalniki, filtri...)
 - Omrežne tehnologije (ethernet...)
 - Nadzor in upravljanje omrežij
- Računalništvo
 - Sistemska podpora (strežniki, diskovni sistemi, SAN...)
 - Programerji (Python, Java, PHP, Perl...)
- Vodenje projektov, timsko delo...
- Angleški jezik
- “Common sense”



Hvala za pozornost

