

PV005 Služby počítačových sítí

Technologie budovy FI

Mgr. Tomáš Szaniszlo

2. októbra 2024

Fakulta informatiky, Masarykova univerzita

Budova

- pôvodná budova z prelomu 70./80. rokov
- sídlom FI a ÚVT od 1996
- rekonštrukcia posluchárni D v 2002–2003 ([galéria](#))
- rozšírenie do Gotexu (Šumavská 15) v 2010–2014
- demolácia starej budovy A v 2012 ([galéria](#))
- výstavba nových budov A a S v 2012–2014 ([timelapse](#))
- odstahovanie ÚVT v 2020
- rekonštrukcia C3 v 2023



Plán: rekonštrukcia D a stavebné úpravy krčkov B/D a C/D.

Budova

- akademická časť
- 5 poschodí
- kancelárie, laboratóriá, učebne, prednáškové miestnosti, počítačové sály, technické zázemie
- CERIT-SC (Center for Education, Research and Innovation in ICT in Brno, Scientific Cloud)
- podzemná garáž pod budovami A, S a parkom
- **virtuálna prehliadka**

Budova

- CERIT SP (Science Park)
- komerčná časť pre firmy
- 7 poschodí
- momentálne 13 firiem
- priestory pre menšie alebo väčšie firmy, open space
- súčasní nájomníci: Comprimato Systems, Red Hat, Kentico, Lexical Computing, ...
- laboratórium na rohu budovy – Kybernetický polygon :), CSIRT, bezpečnostné cvičenia

Oblasti záujmu prednášky

- silnoprúd
- počítačové sály
- chladenie
- meranie a regulácia (MaR), Building Management System (BMS)
- elektrická požiarna signalizácia (EPS)
- elektronický zabezpečovací systém (EZS)
- sietová infraštruktúra a Wi-Fi
- učebne a laboratóriá

Vid' i [Rozcestník o technológiách v Technických informáciách](#)

Silnoprúd

- základ systému
- navrhovaný redundantne
- 2 VN prípojky od E.ONu (22 kV)
- 3 VN transformátory 1600 kVA
- dynamická UPS
- rozvádzacie polia
- Static transfer switch (STS)
- NN rozvádzace
- 400 V trojfázové alebo 230 V jednofázové napájanie

<https://www.fi.muni.cz/~kas/datacentrum/rozvodna-it.html>

https://is.muni.cz/auth/blog/cvt_fi/51467404

Elektrické spotreby sú delené podľa dôležitosti:

- **EPS** – spotreby požiarnej signalizácie
- **VDO** – počítačové sály, slaboprúdové miestnosti „stúpačky“
- **DO** – laboratória, učebne, vybrané kancelárie a miestnosti
- **MDO** – ostatné spotreby

V prípade požiarneho zásahu možnosť vypnutia elektrických spotrieb STOP tlačítkami.

Silnoprúd



Uninterruptible Power Supply

Podľa zdroja energie: static (akumulátorové batérie),
dynamic/rotary (masívny zotrvačník).

Podľa kvality ochrany: **offline**, line-interactive, online.

V budove je umiestnená DUPS. Súčasti:

- masívny zotrvačník
- statoalternátor
- motor
- pomocné systémy
- nádrž na naftu
- chladenie: nádychová a výdychová miestnosť

<https://www.fi.muni.cz/~kas/datacentrum/dups.html>

https://is.muni.cz/auth/blog/cvt_fi/47603979



Virtuálna prehliadka

EURO-DIESEL (dnes mtu) NO-BREAK KS5 1250kVA

- dimenzovaná záťaž 1200 kVA
- rozmery $7 \times 2 \times 2$ m
- hmotnosť 23 t
- rotačná rýchlosť 1500 min^{-1}
- lodný motor Mitsubishi – objem 49 l
- antivibračné uloženie
- nádrž na naftu – 1 m^3 paliva, kapacita $2,5 \text{ m}^3$
- dodávanie energie 10 hodín
- chladenie – prietok vzduchu až $30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

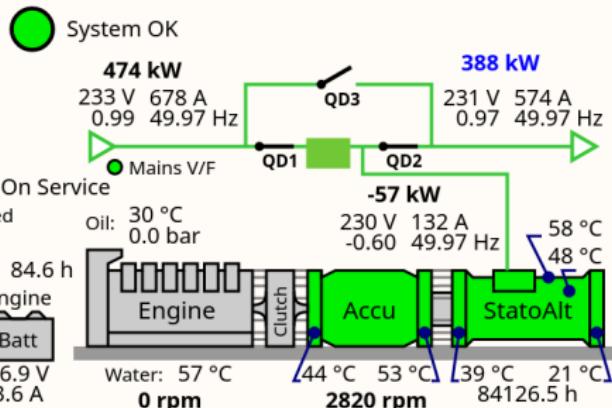
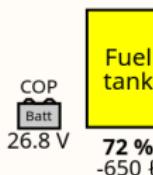
Stránky výrobcu: DUPS od PRONIXu

Animácia fungovania DUPS

DUPS A

Service in: 33 d
Room: 20 °C
POP: 31 °C

- Normal Mode
- Operating Mode: On Service
- Manual bypass closed





Inform STS 4NNN / 4P ($NNN = 250$ alebo 400)

- výkonové prepínanie medzi NN napájacími vetvami
- elektronické, nie mechanické
- reakčná doba 4 ms (všeobecnejší druh ATS = Automatic TS je pomalší)
- pre počítačové sály a od 2020 i pre budovu
- 3x 250 A, 3x 400 A

Stránky výrobcu: [STS od Informu](#)

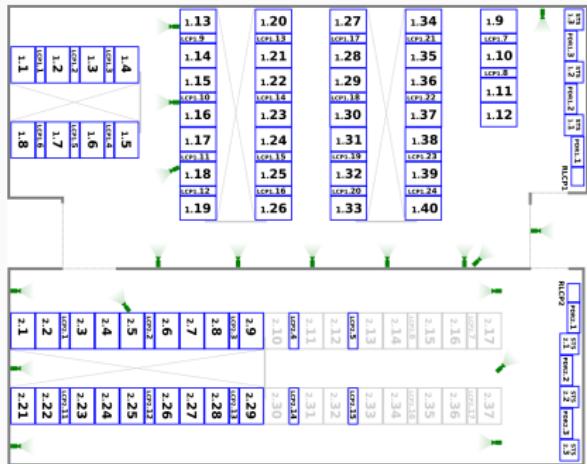
Počítačové sály

- **sála FI v A5** – servery fakulty, ISu a laboratórií
- **sála CERIT v A5** – superpočítače CERIT-SC
- **serverovňa B103** – servery fakulty
- **serverovňa SP v S0** – servery CERIT SP

Počítačové sály

Sála FI: 111 m², 18 (34) rackov, max. spotreba 250 kW

Sála CERIT: 147 m², 40 (40) rackov, max. spotreba 450 kW



<https://www.fi.muni.cz/~kas/datacentrum/>

https://is.muni.cz/auth/blog/cvt_fi/50761614

Počítačové sály



Počítačové sály

Čo nájdete na sálach:

- dvojitá podlaha
- káblové žľaby: napájanie, optika, metalika
- trojfázové napájacie zásuvky, PDU v rackoch
- hasiaci systém
- hygienická výmena vzduchu
- kamery, EZS



Čo nájdete v rackoch: servery, switche, diskové polia, PDU (i inteligentné), patch panely, teplomery, . . .

Počítačové sály

- rackové prevedenie, zvyčajne 1–4 U ($1\text{ U} = 44,5\text{ mm}$)
- umiestnené v štandardných 42 U a 19" (48,26 cm) rackoch
- väčšina s redundantnými napájacími zdrojmi
- väčšia časť umožňuje vzdialenú správu (IPMI, iLO, atď.)



Počítačové sály



<https://wiki.eth0.nl/index.php/LackRack>

Počítačové sály

Servery FI (viac v neskoršej prednáške):

- Odysseus (FTP zrkadlo)
- Thetis (Fakultní administrativa)
- Pyrrha (študentské DB,
server NTP, centrálne logovanie)
- Aisa (web, maily, študentský server)
- Anxur (maily, HOME a data)
- Stratus.FI (virtualizácia)

Servery ISU:

- DB server, úložiskový
server, backend a frontend servery

Servery laboratórií:

- NLP ([Internetová jazyková příručka](#))



Počítačové sály

- [CERIT Scientific Cloud](#)
 - superpočítačový klaster, dátové úložisko
 - 7000+ CPU jadier
 - 10+ PB úložného priestoru
 - súčasť NGI/[EGI](#) (National/European Grid Infrastructure), ELIXIR (európska infraštruktúra zameraná biologické informácie)
- [MetaCentrum](#)
 - výpočtové prostriedky pre vedecké skupiny
 - modely kvality vzduchu, transport proteínov, predikcia výroby v elektrickej sieti ČR

Chladenie

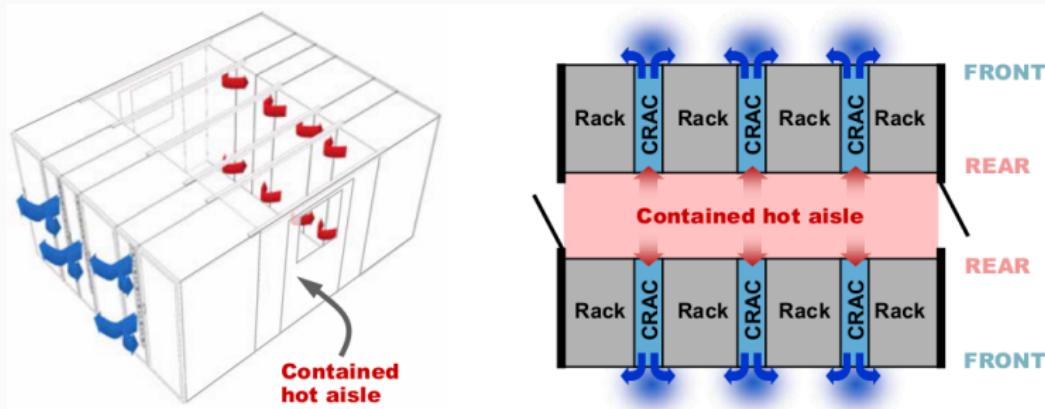
- kritická súčasť technického zázemia počítačových sál
- serverovne dimenzované na príkon 700 kW, jeden rack na 10,5 kW
- nutný odvod stratového tepla
- niekoľko chladiacich okruhov a režimov
- technológia chladenia pomocou uzavretej tplej uličky
- redundantné riešenie

Súčasti:

- medzirackové chladiace jednotky (LCP)
- akumulačná nádrž s chladiacou zmesou
- výrobníky chladu
- suché chladiče

Chladenie

- uzavretý priestor s teplým vzduchom medzi dvomi radmi rackov
- efektivita chladenia
- medzi rackmi sú pravidelne vsunuté LCP – cirkulácia a ochladzovanie vzduchu (row-oriented cooling)
- dimenzované na 18–25 °C v okolí (používame 25 °C)



Chladenie



Chladenie

- výmena tepla – vzduch v počítačovej sále, chladivo zo strojovne chladenia
- maximálny chladiaci výkon LCP je 27 kW, príkon 2 kW
- 34 (38) jednotiek
- redundancia
- chladivo privádzané/odvádzané potrubiami pod podlahou
- regulácia výkonu

Stránky výrobcu: LCP od Rittalu

Chladenie



Chladenie

Chladiaca zmes:

- voda a etylénglykol
- v systéme prítomných cca 9 m^3 zmesi

Okruhy chladenia:

- primárny – teplotný spád $15/21 \text{ }^\circ\text{C}$ (používame cca $21/23 \text{ }^\circ\text{C}$)
- sekundárny – teplotný spád $42/47 \text{ }^\circ\text{C}$

Suché chladiče

- 2 (3) kusy, strecha budovy A
- chladiaci výkon 580 kW , príkon $14,5 \text{ kW}$

Chladiace jednotky

- 2 (3) kusy, strojovňa chladenia v A5
- chladiaci výkon 466 kW , príkon 125 kW

Chladenie



Virtuálna prehliadka

Chladenie



Stránky výrobcu: suché chladiče CIATu

Chladenie

- freecooling
- čiastočné strojové chladenie
- plné strojové chladenie

PC: Wednesday ... 18.10.23 ... 13:09:20
PLC: 18. - 10. 2023 - 12 : 9

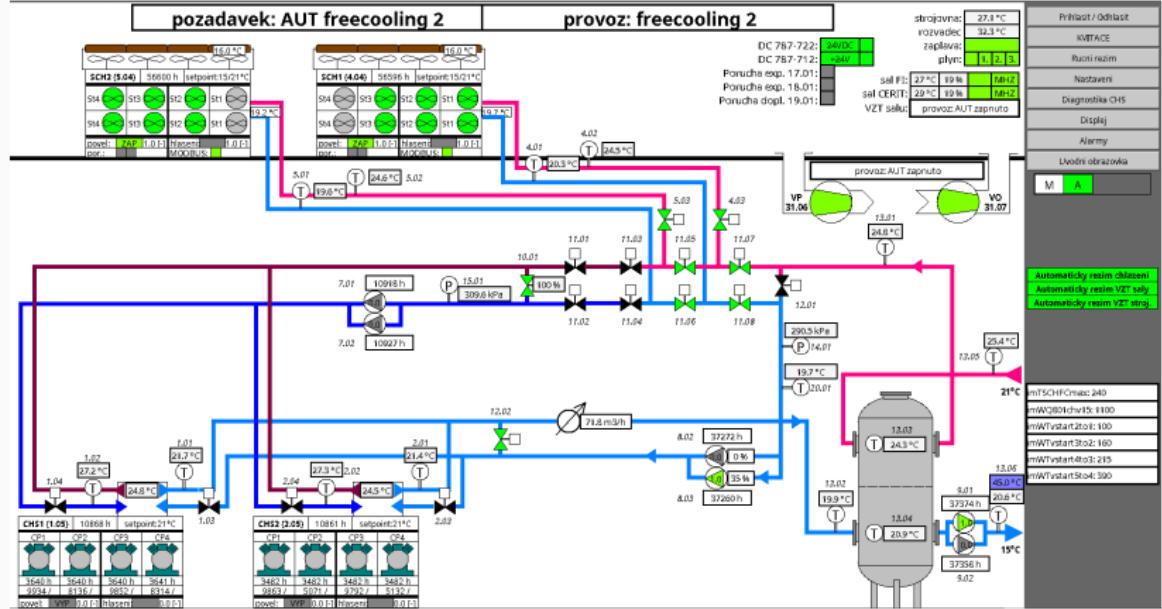
Technické chlazení

Sestava:
JIP: 133.6 °C
Výpočet: 133.6 °C

PRONIX

stropnica: 27.3 °C
rozváděc: 32.3 °C
zaplávka: 1, 2, 3
phyn: 1
sal F2: 27 °C / 9 %
sal CERTI: 29 °C / 9 %
VZT seluš: provoz: AUT zapnuto

Priprava / Odplach
Kvalita
Ruční režim
Nastavení
Diagnostika CHS
Displej
Alerty
Lokální obrázovka
M A



- Power usage effectiveness (PUE)
- rézia chladenia, napájania, ...
- za rok 2016 PUE *chladenia*: 1,19

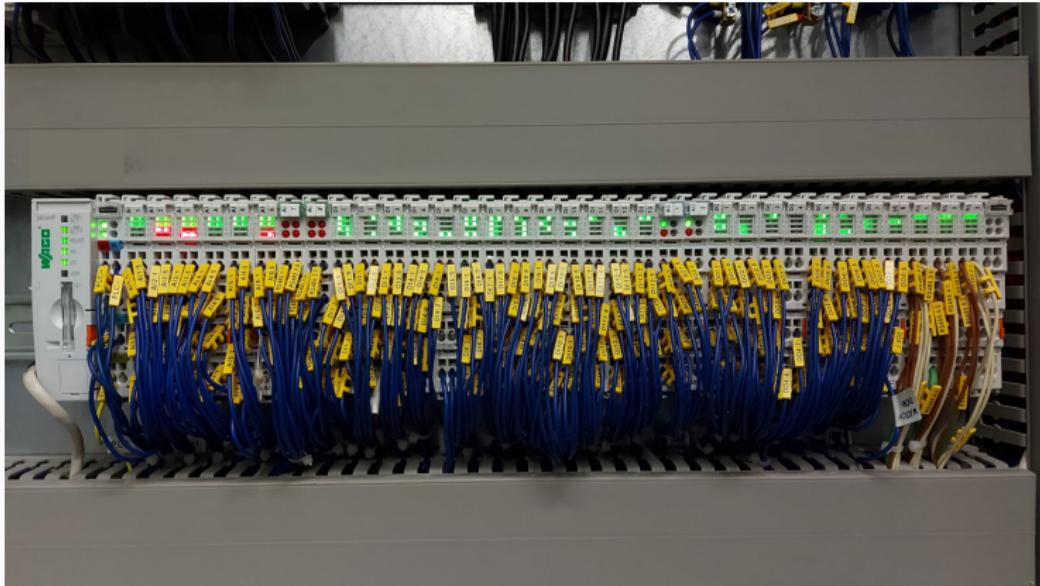
https://is.muni.cz/auth/blog/cvt_fi/datacentrum_pue

https://is.muni.cz/auth/blog/cvt_fi/datacentrum_pue2

Meranie a regulácia

- množstvo systémov v budove
- nutnosť koordinácie, kontroly a riadenia
- koncept inteligentnej budovy
- „meranie stavu systémov a regulácia ich nastavenia“
- nadstavba – **Building Management System (BMS)**
- centrálny monitoring, kontrola a riadenie
- vizualizácia systému, komplexné úkony

Meranie a regulácia



Stránky výrobcu: PLC od WAGO

Meranie a regulácia

Vzdialený prístup k zariadeniam realizovaný rôznymi protokolmi a v oddelenej sieti:

Modbus (RS485), RTU2TCP → IP (Ethernet)

- DUPLEX, riadenie chladenia
- jednoduchý protokol

M-Bus, dvojlinka

- elektromery
- impulzná signalizácia

BACnet – varianty MS/TP (RS485), UDP (Ethernet)

- chladenie, **MaR kontroléry**
- komplexný protokol ISO/OSI 16484-6:2005

SNMP – UDP (Ethernet)

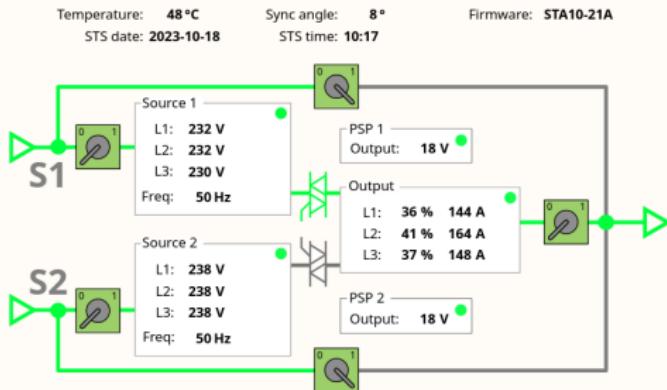
- štandardný protokol na monitoring siete a zariadení
- LCP

HTTP(S)

- vizualizácia, správa, manipulácia
- LCP, VZT, chladenie, DUPs

Meranie a regulácia

- zber dát a monitoring – Nagios, MRTG
- technické vizualizácie, aplikácie vo Fakultnej administratíve



Meranie a regulácia

Systém pre potreby recepcie a správy budov.

Dva virtuálne servery:

- prehľadový server
 - postavený na technológii Enteliweb
 - zber údajov zo siete BACnetu (cca 180 uzlov; cca 20 s IP)
 - obrazovky pre technológie/podlažia
- archivačný server
 - postavený na technológii Historian
 - úschova historických dát (Trend Log)

Meranie a regulácia

	2023-10-18	FI				13:13:04.00	
Lokalita	F1	B	C	D			
Objekt	A	B	C	D			
	EPS					Výtahy	Datacentrum SHZ
FI	A(A1)	S(A2)	B	C	D		
Přehled	STR					EPS	Napájení rozvaděčů
Předělání						CCTV	RAA101: OK
	7NP					EPS	RAA101A: OK
						CCTV	RAA102: OK
	6NP					EPS	RAA111: OK
						CCTV	RAA131: OK
	5NP	EPS	EPS	EPS	EPS	RAA151: OK	
		CCTV	CCTV	CCTV	CCTV	RAA161: OK	
	4NP	EPS	EPS	EPS	EPS	RAA201: OK	
		CCTV	CCTV	CCTV	CCTV	RAA281: OK	
	3NP	EPS	EPS	EPS	EPS	Vyžíváné plochy:	
		CCTV	CCTV	CCTV	CCTV	Vjezdová rampa: OK	
	2NP	EPS	EPS	EPS	EPS	Schody na dvůr: OK	
		CCTV	CCTV	CCTV	CCTV	Porucha: Vypnuto	
	1NP	EPS	EPS	EPS	EPS	Chod: Vypnuto	
		CCTV	CCTV	CCTV	CCTV	1372 h	
	1PP	EPS	EPS	EPS	EPS	1987 h	
		CCTV	CCTV	CCTV	CCTV		

Kontrolní řada

S

1372 h

1987 h

Elektrická požiarna signalizácia (EPS)

Monitoring budovy, hasenie (SHZ), signalizácia a opatrenia proti šíreniu požiaru. Nezávislý systém, ale v prípade potreby reguluje iné systémy – požiarne klapky, SHZ, VZT, silnoprúd.

Špecifický systém pre počítačové sály

Detekcia požiaru

- laserová detekcia dymu
- tepelné poistky SHZ
- požiarny hlásič

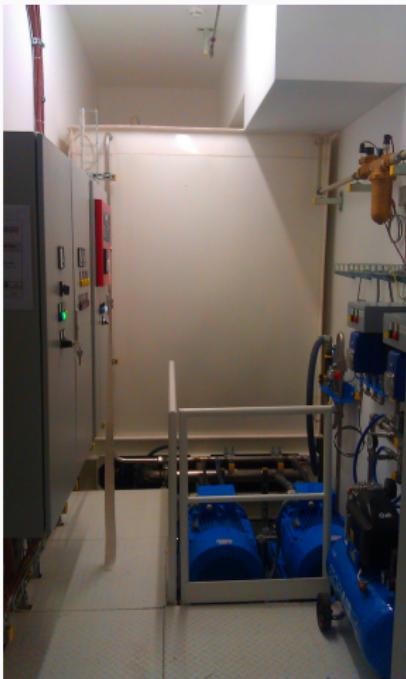
Strojovňa hasenia

- nádrž s niekoľko m^3 hasiacej vody
- vysokotlakové čerpadlá
- hasenie vysokotlakovou hmlou (100–150 barov)

Elektrická požiarna signalizácia (EPS)



Elektrická požiarna signalizácia (EPS)

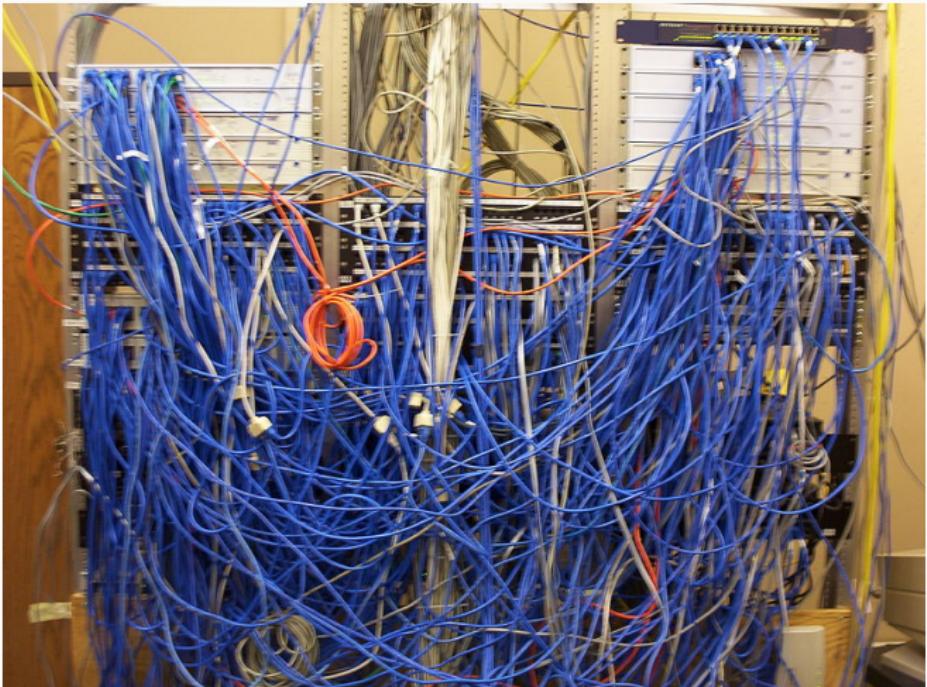


Elektronický zabezpečovací systém (EZS)

V širšom poňatí zahŕňa:

- **zabezpečovací systém** – ústredne Galaxy, senzory narušenia (PIR, MG, trieštenie skla, plášťová ochrana)
- **kamerový systém** – 160 IP kamier (vonkajšie a vnútorné), kamerový server na ukladanie záznamu
- **kartičkové elektronické zámky** – ústredne [Duha System](#), prístup riadený ISom (viď [zoznam vašich prístupov](#))

Sietová infraštruktúra a Wi-Fi



Sietová infraštruktúra a Wi-Fi

- 10 GbE upstream konektivita od ÚVT
- centrum siete v DC Fl
- fyzická topológia hviezda, redundancia v jadre cez STP
- hlavné chrbtové spojenia siete Fl – 10 GbE optika, niekde i 40 GbE
- štruktúrovaná kabeláž Cat 6A
- 1 GbE switche a zásuvky v miestnostiach (prakticky všetky 1 GbE)
- 10 GbE optické/metalické switche a zásuvky v serverovniach
- 100 switchov, 6 centrálnych switchov s dohromady 280 10 GbE portami a 10 40 GbE portami

Sietová infraštruktúra a Wi-Fi

- fakultný router a firewall – redundantný, x86-64, Linux
- väčšinou verejné IP adresy, 802.1X
- IPv4 a IPv6 konektivita
- DNS, NAT, IPS

Sietová infraštruktúra a Wi-Fi



Sietová infraštruktúra a Wi-Fi



Sietová infraštruktúra a Wi-Fi

UniFi:

- založené na OpenWrt – unixové prostredie
- PoE+ napájanie, systém na správu WiFi (kontrolér)
- podpora 802.11g/n/ac (Wi-Fi 5) a pásiem 2,4 a 5 GHz
- 90 access pointov
- [blogpost predstavujúci AP](#)
- <https://unifi-hd.ui.com/>

Čiastočne RouterBOARD:

- riešenie postavené na RouterBOARD a OpenWrt – unixové prostredie
- PoE napájanie, PXE boot, IPv6-only režim*
- podpora 802.11g/n (Wi-Fi 4) a pásiem 2,4 a 5 GHz
- 40 access pointov

Rozvrhové panely

- v budove A a jeden pre D (pôvodné používané i v UKB)
- riadiaci systém Raspberry Pi, napájanie cez PoE
- prehliadač (SVG, JS)
- [bakalárska práca](#)

Kybernetický polygon

- Full HD stereoskopická projekcia
- dotyková displejová stena 3x5 4K displejov 46" (19200x6480)

HCI

- Full HD stereoskopická projekcia
- motion capture systém

Učebne a laboratóriá



- aktuálne informácie z diania a činností CVT FI:
 - pravidelný mesačný prehľad noviniek
 - [ako sme boli bez napájania](#)
 - [ako neťažiť kryptomeny na Aise](#)
 - technológie datacentra
 - [timelapse video výstavby FI](#)
- https://is.muni.cz/auth/blog/cvt_fi/
- https://is.muni.cz/blog/cvt_fi/
- nástenka pri vstupe do PC haly
- sledovanie príspevkov, zasielanie príspevkov mailom

Záver

Ďakujem za pozornosť. Otázky?

Ďakujem RNDr. Janovi 'Yenyovi' Kasprzakovi, PhD. a RNDr. Vítovi Rusňákovi za poskytnuté informácie a niektoré fotografie.

Zdroje obrázkov:

- https://download.schneider-electric.com/files?p_Doc_Ref=SPD_DBOY-7EDLE8_EN
- <https://www.em.muni.cz/udalosti/3090-na-fakulte-informatiky-zacala-demolice-celni-budovy>
- https://static.bhphoto.com/images/images2500x2500/1487271932_1302694.jpg
- a nejaké ďalšie, ktoré zožral link rot...