

**REKONSTRUKCIJA INFO-KOMUNIKACIONOG SISTEMA ODS – PODIZANJE NIVOA  
POUZHANOSTI I EFIKASNOSTI****RECONSTRUCTION OF ICT SYSTEM IN ODS - RAISING AVAILABILITY AND EFFICIENCY**

Božidar ĆIRIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija  
Miloš STOJKOVIĆ, ENEL PS, Beograd, Srbija

**KRATAK SADRŽAJ**

Srcu informaciono-komunikacionog sistema ODS su data centri i telekomunikacioni čvorovi širom Srbije. Na ovim lokacijama u produkciji su najvažnije aplikacije za rad elektro-distributivnog sistema, i smestena je oprema za sledeće sisteme: SCADA, GIS, TIS, šalter sale (naplata računa), storidži, telekomunikaciona oprema (za potrebe SCADA-e, WAN mreže ODS-a, ...) PP zaštita, video nadzor, telefonske centrale. Od 2017. do sada su urađene rekonstrukcije u DDC Beogradu, DDC Kragujevcu, DDC Nišu, PDC Somboru, PDC Subotici, PDC Šapcu, PDC Pančevu, ODC Mladenovcu, ODC Krnjači, ODC Obrenovcu, poslovnicu Kalemegdan, poslovnicu Banovo Brdo, TK čvor Indija. Prethodno stanje ovih tehničkih prostorija nije bilo na nivou IKT opreme koja se nalazila unutra. Klimatizacija je trosila ogromne količine energije, a na mnogim mestima besprekдно napajanje se svelo na male rekovske UPS-ove. Rekonstrukcijom je pouzdanost podignuta na nivo Tier III (prema Tier Standardu Uptime Institute-a), a koeficijent efikasnosti data centra u Beogradu PUE (power usage effectiveness) je dostigao 1,5.

**Ključne reči:** data centar, ikt oprema, efikasnost, pouzdanost, pue

**ABSTRACT**

The heart of ODS-s ICT system consists of the data center and telecommunication nodes around Serbia. These locations are hosting important applications for the power distribution system, and are also housing the equipment for next systems: SCADA, GIS, TIS, desk centers (billing), storage, telecommunication equipment (serving SCADA, WAN,..) fire protection, video surveillance, phone centrals. From 2017. till present next locations have been reconstructed: DDC Belgrade, DDC Kragujevac, DDC Niš, PDC Sombor, PDC Subotica, PDC Šabac, PDC Pančevo, ODC Mladenovac, ODC Krnjača, ODC Obrenovac, business office Kalemegan, business office Banovo Brdo, TK node Indija. The condition of these locations before wasn't match with the ICT equipment inside. Air conditioning was using a lot of energy, and the UPS units were small rack units with limited autonomy. Reconstruction raised the level of availability to Tier III (according to Tier Standard, Uptime Institute) and the PUE (power usage effectiveness) reached 1,5.

**Key words:** data center, ict equipment, efficiency, availability, pue

Božidar ĆIRIĆ - [Bozidar.Ciric@ods.rs](mailto:Bozidar.Ciric@ods.rs)  
Miloš STOJKOVIĆ – [Milos.Stojkovic@enelps.com](mailto:Milos.Stojkovic@enelps.com)

**UVOD**

Data Centri su infrastrukture specijalne namene i njihova funkcionalnost se posmatra kroz tri najvažnija aspekta (prema standardu SRPS EN 50600):

1. Pouzdanost
2. Bezbednost – fizička i digitalna
3. Energetska efikasnost

Najvažniji aspekt je svakako pouzdanost, mada se i bezbednost i potrošnja energije moraju držati na visokom nivou. Ukoliko dodje do otkaza (pada) data centra, dolazi i do zastoja mnogih sistema koji se na njega oslanjaju. U slučaju DDC Beograd to su Scada, GIS, storidž, domen kontroleri, razne dispečerske aplikacije, VoIP telefonija, call centar, kontrola pristupa, telekomunikacioni čvor. Otkazivanje ovih sistema zahteva kompleksno ponovno podizanje, obzirom da se fizički nalaze na serverima koji zahtevaju specijalističko znanje i ne tako lako vraćanje na prethodnu funkcionalnost.

Posmatrajuci jednu modernu kompaniju (objekti, infrastruktura,..) brzo se uvidja da je IKT najosetljiviji deo, uključujući podatke, aplikacije, software, hardware. Data Centri prateći napredak IKT hardware-a dozivljavaju evoluciju, tako da više ne vaze pravila dobre prakse od pre 10 godina. Moderna rešenja (čiji razvoj diktiraju najveći brendovi ove industrije) omogućuju danas daleko efikasniji DC, uz napajanje i hlađenje sa minimalnim rasipanjem energije.

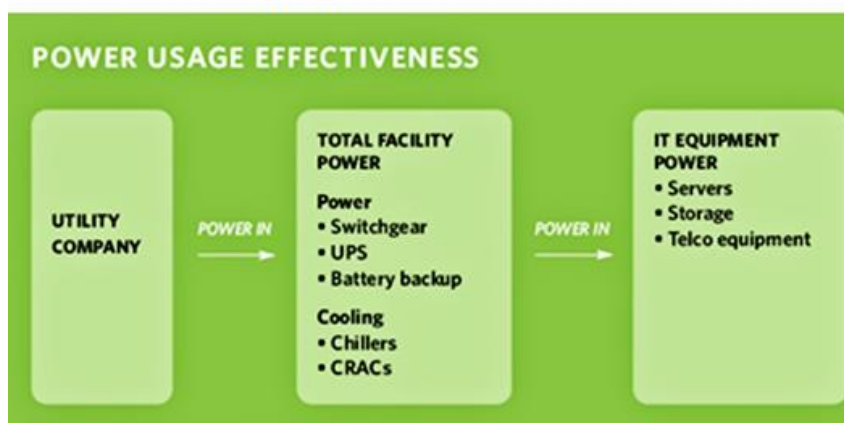
Konstantne inovacije u digitalnoj sferi primoravaju kompanije da ulazu u IKT infrastrukturu, kao i da podizu nivo pouzdanosti i bezbednosti podataka. Digitalizacija je donela mnogo veće količine podataka koji se obrađuju i skladište, a kompanije moraju biti spremne na to. Imperativ pouzdanosti je veći nego što je bio, a IoT i 5G tehnologije će taj zahtev podići još više.

## DDC BEOGRAD

DDC Beograd je pojedinačno najveća IKT infrastruktura ODS sistema i zahtev za pouzdanost je najozbiljniji. Pre rekonstrukcije, napajanje i hlađenje IKT-a jeste bilo sa redundansom ali konfiguracija citavog sistema nije bila na najvišem nivou. To se objašnjava sledećim stavkama:

- UPS napajanje samo sa jedne grane – nedovoljno za modernu IT opremu koja poseduje min dva nezavisna napajanja, a nekad čak i tri ili četiri
- Postojanje dizel agregata snage oko 50kW instaliranog pre 35 godina. Agregat je bio dotrajaao i vrlo nepouzdan, sa zastarelim ATS-om.
- Hlađenje data centra putem klima ormara, kretanjem vazduha kroz dupli pod i distribucijom vazduha putem podnih resetki – efikasnost hlađenja niska
- Nekoriscenje tzv. “free cooling” moda u hlađenju
- Fizički raspored rek kabineta u data centru nije bio u tzv. “cold aisle – hot aisle” konfiguraciji – efikasnost distribucije hladnog vazduha niska
- Previše ohlađen data centar – povratna temperatura na klima ormarima je niska, što dovodi do većeg naprežanja kompresora i velike potrošnje električne energije
- Nije bilo mogućnosti za daljinski nadzor parametra sistema (statusi UPS-ova, dizel agregata, sistema za hlađenje, i alarmiranje sa citavog sistema)
- PUE faktor data centra je bio oko 2,1

$$PUE = \frac{\text{Total Facility Power}}{\text{IT Equipment Power}}$$



SLIKA 1 – PUE INDEX ZA DATA CENTRE

PUE je najpoznatiji indeks efikasnosti data centra, i predstavlja kapacitet (kW) IT opreme u odnosu na kapacitet (kW) citave infrastrukture. Najefikasniji data centri na svetu postizu PUE od 1,1 pomocu niza strategija, mahom efikasnog hladjenja i koriscenjem obnovljivih izvora energije (solarna energija, vodeni potencijal, biomasa..).

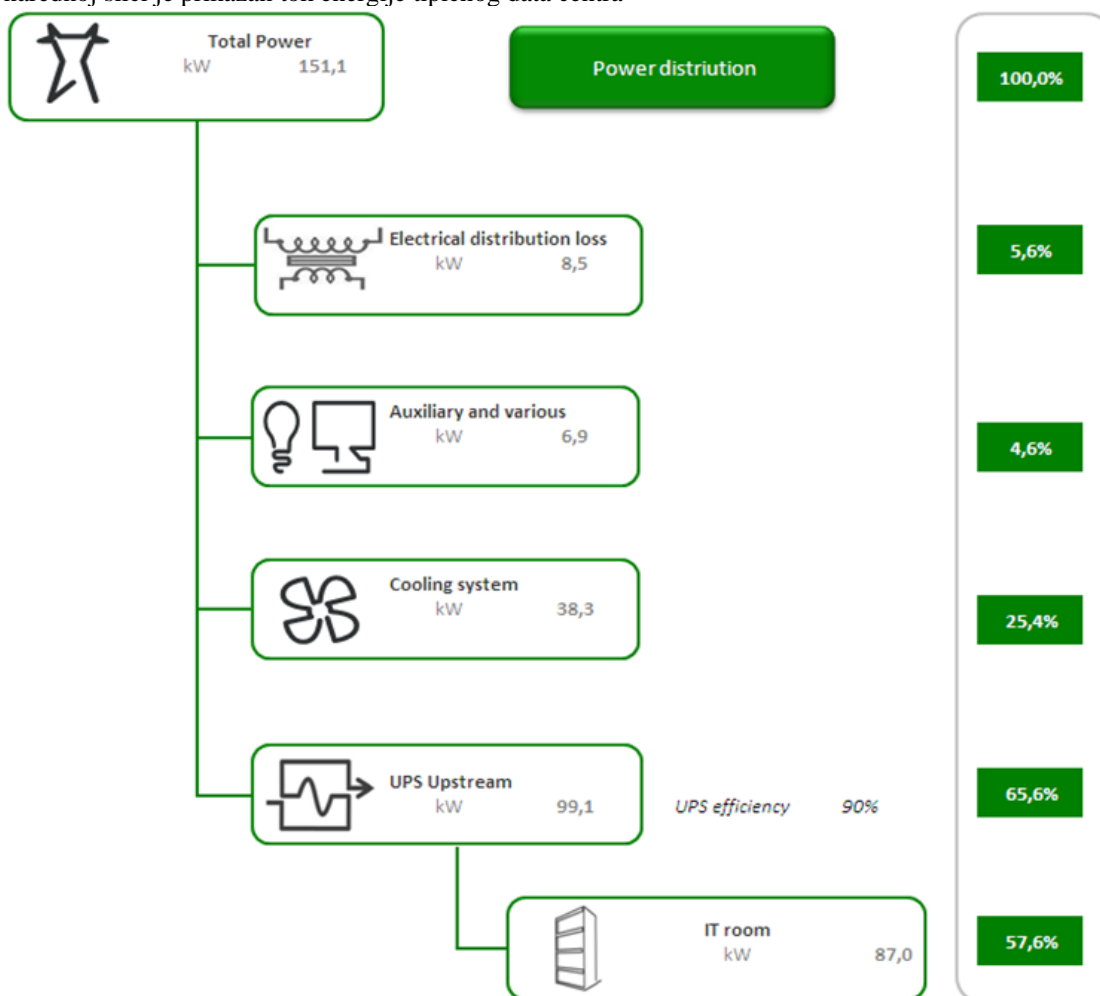
PUE	DCiE	Level of Efficiency
3.0	33%	Very Inefficient
2.5	40%	Inefficient
2.0	50%	Average
1.5	67%	Efficient
1.2	83%	Very Efficient

SLIKA 2 – PUE FAKTOR I EFIKASNOST

Na osnovu slike 2 moze se videti da je efikacnost data centra DDC Beograd bila izmedju osrednjeg i ne-efikasnog. To samo po sebi nije nista lose, posto je to u rangju srednje vrednosti data centara sirom sveta. Medjutim u slucaju rekonstrukcije data centra svakako bi onda trebalo adresirati i ovaj aspekt. Data centri su veliki potrosaci energije sa obzirom da rade non stop (24-7). Kvadratni metar data centra godisnje potrosi energije koliko i 200m2 kancelarijskog prostora.

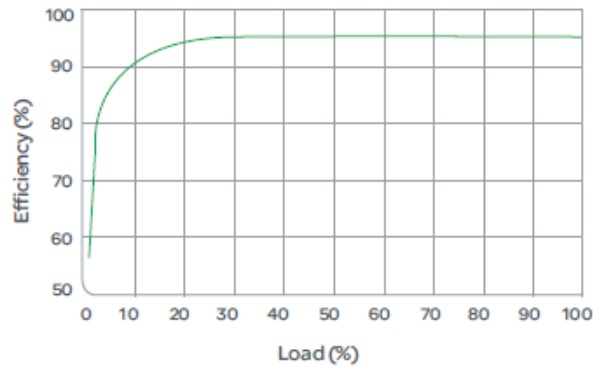
### Kuda sve odlazi elektricna energija u data centru ?

Na narednoj slici je prikazan tok energije tipicnog data centra



SLIKA 3 – SVI POTROSACI ELEKTRICNE ENERGIJE DATA CENTRA



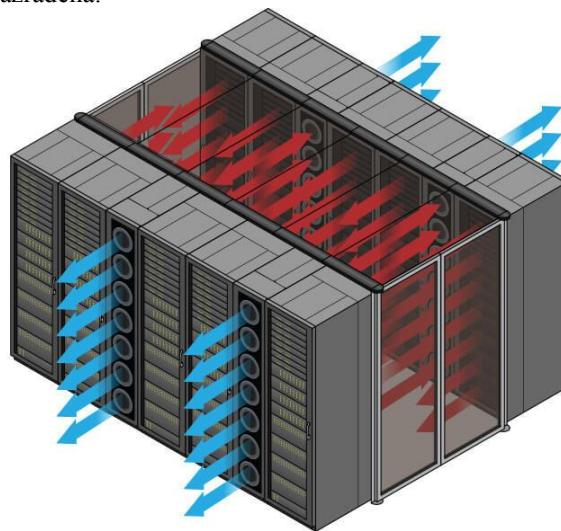


SLIKA 5 – EFIKASNOST UPS-A

Modularni UPS uređaj omogućava najveći stepen pouzdanosti data centra, jer je citav uređaj sastavljen od modula snage 16 kW, koji nisu funkcionalno vezani sa ostalim modulima, i u slučaju otkaza jednog modula ostali mogu da nose potreban kapacitet (redundansa sistema N+1).

### Precizna klimatizacija za IKT okruženje (data centre)

Precizna klimatizacija (precision air conditioning) namenjena je hlađenju Server Sala (Data Centra). Temperatura i vlažnost vazduha u IKT okruženju moraju zadovoljiti kriterijume definisane od proizvođača same opreme, ili od ASHRAE (ASHRAE TC 9.9 - Technical Committee). Moderno IKT poslovanje i stalne promene u opremi zahtevaju od sistema klimatizacije: modularnost, efikasnost, i upravljivost. Otkaz sistema se ne toleriše, a topologija mora biti dobro razrađena.

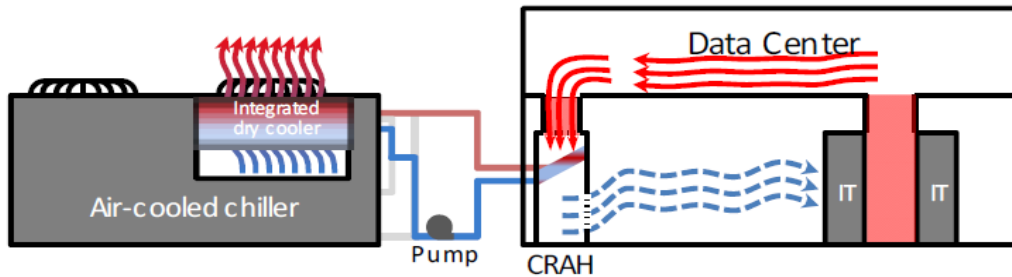


SLIKA 6 – INROW SISTEM HLADJENJA

### Korišćenje free coolinga (rad čilera bez kompresora)

Rashladni sistem mora biti dizajniran za rad pod najgorim uslovima (max spolj. temperatura) i punom opterećenju data centra. Pri nižem opterećenju i nižim spoljnim temperaturama, sistem radi u rasterećenom (part load) režimu. Elementi rashladnog sistema često nisu dovoljno iskorišćeni u rashladnom postrojenju i ne rade efikasno. Hlađenje kao najveći potrošač nekorisne energije u data centru se shodno tome i najviše adresira u smislu uštede energije.

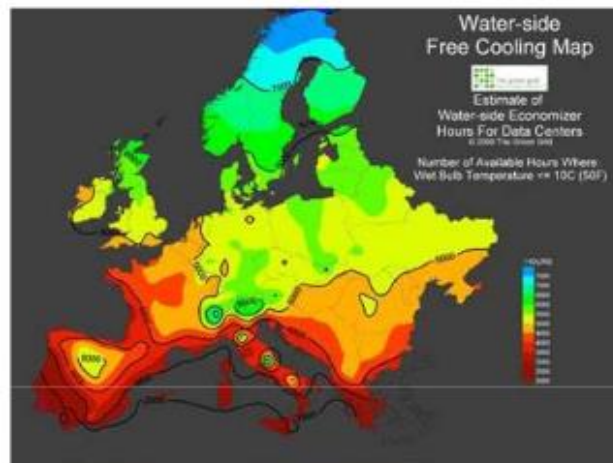
Sistem hlađenja instaliran na DDC Beograd je sa mesavinom voda-glikol, i cilerima (rashladnim agregatima) kao spoljnjim jedinicama. Cileri poseduju hladnjak koji se aktivira pomocu zasebne pumpe na temperaturama spoljnjeg vazduha ispod 12°C. Time se omogucuje rad bez kompresora koji je veliki potrosac energije.



SLIKA 7 – FREE COOLING HLADJENJE

Posto je u Beogradu srednja godišnja temperatura vazduha oko 12 °C, free cooling potencijal može da se koristi skoro polovinu godine. Rashladni agregat može raditi u 3 načina rada:

- Kompresorsko hladjenje
- “Mixed mode” hladjenje - gde free cooling hladnjak ne može da ostavi pun rashladni kapacitet ali nadopunjuje kompresorski rad
- Pun free cooling rad – gde se citav rashladni kapacitet ostvaruje putem free cooling hladnjaka



SLIKA 8 – POTENCIJAL ZA FREE COOLING HLADJENJE

Na slici 8 se vidi da Srbija ima potencijal od oko 4000 casova godišnje za free-cooling mod hladjenja.

### Pouzdanost rashladnog sistema

**Redundansa spoljasnih jedinica.** Rashladni agregati su u konfiguraciji 1 radni – 1 rezervni, a svaki agregat ima po dve cirkulacione pumpe. Pumpe su integrisane u sam agregat i upravljane sa kontrolera cilera, tako da se ne mora projektovati i izvoditi dodatna automatika. U slučaju havarije pumpe automatski rezervna pumpa preuzima rad bez ikakvog odlaganja, i rashladni kapacitet ne prestaje. Agregati su takodje opremljeni dualnim elektro napajanjem sa ATS preklopkom, a dva kabla koja vode do agregata se napajaju sa dva nezavisna elektro ormara. U slučaju održavanja (gasenja) nekog od elektro ormara agregat ne prestaje sa radom. To je u skladu sa Tier 3 nivoom pouzdanosti, prema Tier Standardu.

**Redundansa untrasjnih jedinica.** Untrasjne jedinice su Inrow jedinice koje rade sa hladnom vodom (vodaglikol 70/30%). Opremljene su takodje dualnim napajanjem, putem dva kabla sa dva nezavisna elektro ormara. Inrow jedinice su opremljene svaka sa 8 EC ventilatora kojima se određuje protok na osnovu algoritma u zavisnosti od gustine IKT opreme u rekovima, odnosno na osnovu temperature. Ventilatori su “hot-swap”, tj mogu se zamenjivati dok jedinica radi. Preostalih 7 ventilatora uvek mogu da postignu max protok jedinice.

## Podizanje temperature u data centru

Podizanjem temperature povratnog vazduha u rashladne jedinice smanjuje količinu vazduha koja se cirkuliše, i smanjuje razliku pritiska koju savlađuje kompresor u čileru. Drugim rečima, smanjujemo broj obrtaja ventilatora i kompresora i time potrošnju el energije.

## Inrow sistem hlađenja

Inrow hlađenje karakteristike:

- Precizno razdvojena topla i hladna zona
- Viša povratna temp – veći kapacitet jedinica
- Kontrola temperature i vlažnosti vazduha na nivou reka (ne sobe)
- Precizna kontrola parametara na ulazu u IT opremu



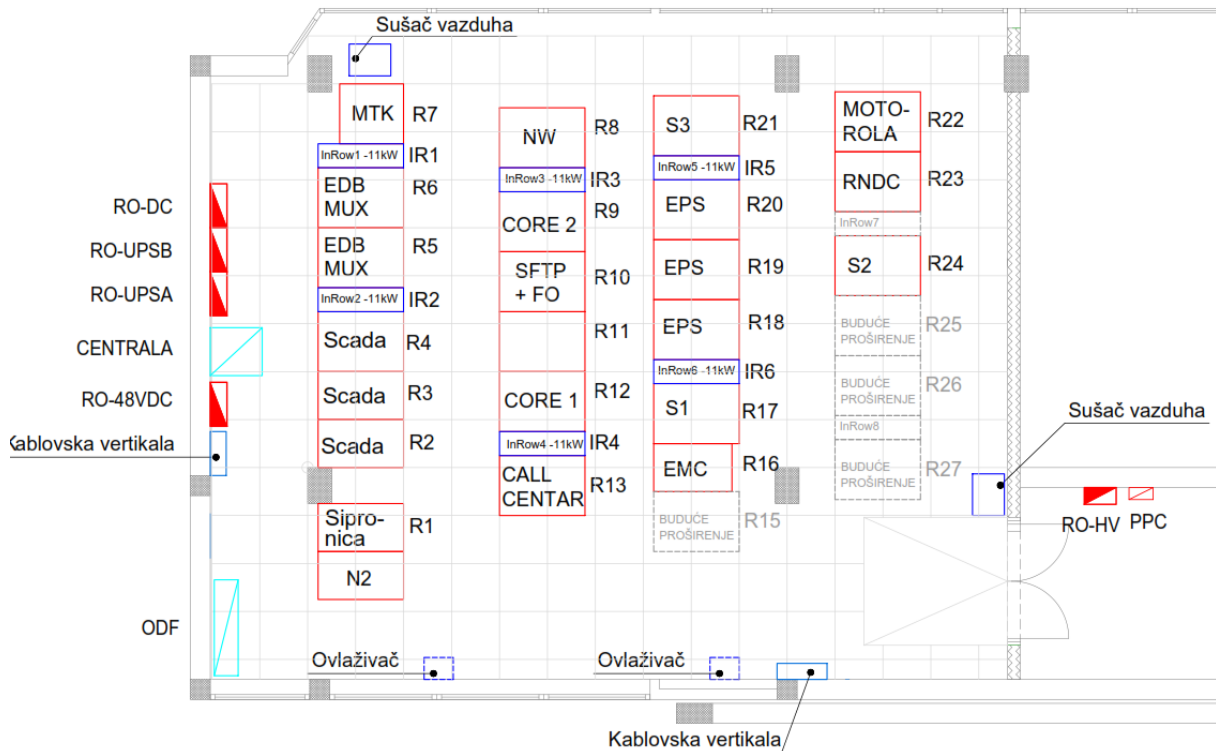
SLIKA 9 – INROW UNUTRASNJA JEDINICA ZA HLADNJE

Inrow jedinice su u rekonstruisanom data centru DDC Beograd postavljene u konfiguraciji Cold Aisle – Hot Aisle. Treba napomenuti da su najveći i evropski data centri konfigurisani ovako. Na ovaj način podižemo temperaturu povratnog vazduha u rashladne jedinice i na taj način omogućujemo manju količinu vazduha koja se cirkuliše, tj. smanjujemo broj obrtaja i potrošnju električne energije. Ovom strategijom štedi se energija i omogućuje mnogo bolja kontrola temperature vazduha ispred rek kabineta.

## UNAPREDJENO STANJE DDC BEOGRAD

Radovi koji su izvedeni na DDC Beograd uključuju:

- AG radove – dupli pod, nova konfiguracija rekova
- Elektro napajanje
- Masinski radovi – hlađenje i havarijska ventilacija
- Novi sistem dojava i gasenja požara
- Data kabliranje – kompletno novo kabliranje svih rekova
- Daljinski nadzor



SLIKA 10 – REKONSTRUISAN DDC BEOGRAD-RASPORED REKOVA I OPREME (OSNOVA)

Rekonstrukcijom je postignuto:

- UPS njanje sa dve nezavisne grane – A i B
- Napajanje nezavisnim dizel agregatom namenjenim samo za data centar (po standardu SRPS EN 50600 jedna od osnovnih stavki za ispunjavanje kriterijuma pouzdanosti)
- Hladjenje data centra Inrow sistemom – visoka efikasnost hladjenja
- Koriscenje “free cooling” moda u hladjenju
- Fizicki raspored rek kabineta u data centru u “cold aisle – hot aisle” konfiguraciji – visoka efikasnost ditribucije hladnog vazduha
- PUE faktor data centra je bio oko 1,5 – ocena “efikasan” prema kategorizaciji “Green Grid-a”



SLIKA 11 – RADOVI NA REKONSTRUKCIJI DDC BEOGRAD



## **ZAKLJUČAK**

Rekonstrukcijom DDC Beograd kao i ostalih manjih tehnickih lokacija ODS, IKT infrastruktura kao jedan od najvaznijih i najosetljivijih delova poslovnog sistema je pripremljena za novu generaciju IKT opreme i buduca prosirenja i poboljsanja IKT funkcionalnosti. Tehnicke infrastrukture su dobile na pouzdanosti (UPS napajanje, hladjenje), sigurnosti (PP sistemi), i efikasnosti (napredni sistemi hladjenja i modularnog napajanja visoke efikasnosti). Odravanje ovih sistema unificiranjem opreme je takodje olaksano, i omogucuje operatorima lakse postupanje u slucajevima urgencije.