

SLING



Dnevi SLING

Optimizacija superračunalniških podatkovnih centrov

Branko Jovanović, ADVANT d.o.o.

3.-5. december 2024

Schneider Electric estimate

	2023	2028
Total data center power consumption	57 GW	93 GW
AI power consumption	4.5 GW	14.0-18.7 GW
AI power consumption (% of total)	8%	15-20%
AI workload (Training vs Inference)	20% Training, 80% Inference	15% Training, 85% Inference
AI workload (Central vs Edge)	95% Central, 5% Edge	50% Central, 50% Edge

UI - PREDVIDENA RAST



ADVANT

ŠTIRI LASTNOSTI UI, KIVPLIVAJO NA IZZIVE FIZIČNE INFRASTRUKTURE SUPERRAČUNALNIŠKIH PODATKOVNIH CENTROV:

UI delovna obremenitev

Toplotna moč (TDP) GPU

Zakasnitve v omrežju

Velikost UI gruče

VPLIV NA FIZIČNO INFRASTRUKTURO



NAPAJANJE



HLAJENJE



SISTEMSKE OMARE

NAPAJANJE

Majhne enote za distribucijo napajanja zavzemajo dragocen prostor

Standardne 63A PDU letve so težavne za namestitvev

Povečano dveganje za električni oblok zapleta delovne prakse

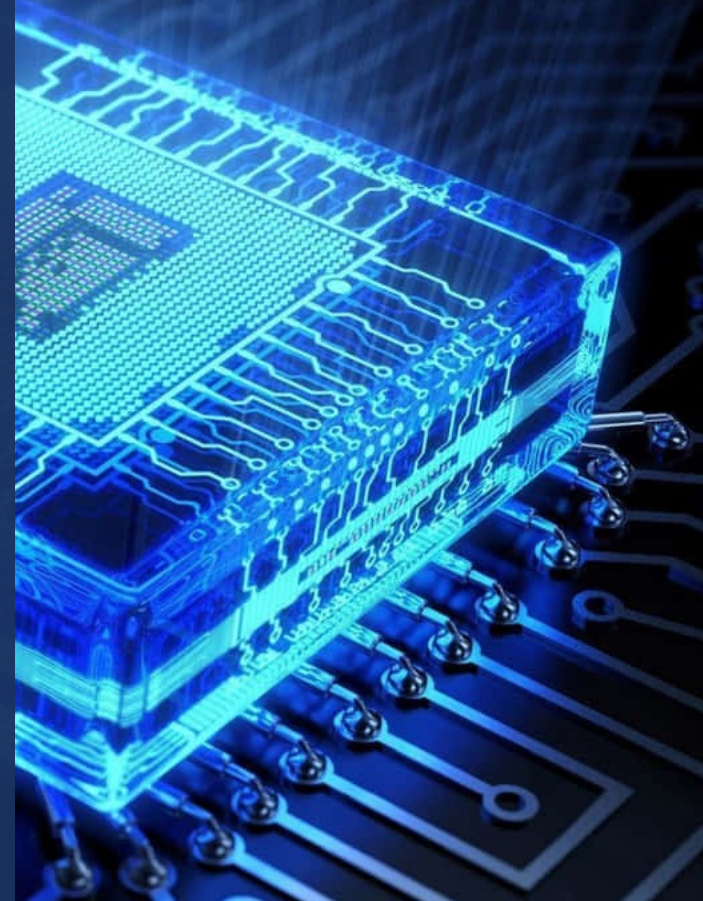
Enakomerne obremenitve povečujejo tveganje za izpad odklopnikov

Visoke temperature v omarah povečujejo tveganje za okvare



HLAJENJE

- Zračno hlajenje ni primerno za UI gruče nad 50kW/rack
- Prilagojeni načrti za distribucijo hlajenja zapletajo implementacijo
- Neznani prihodnji TDP-ji povečujejo tveganje zastaranja načrta
- Pomanjkanje izkušenj zapleta delovanje in vzdrževanje
- Hladilna tekočina povečuje tveganje za puščanje znotraj IT omar
- Omejena izbira tekočin za trajnostno delovanje hlajenja



SISTEMSKE OMARE

Standardno široka omara nima dovolj prostora za opremo za napajanje in hlajenje

Standardno globoka omara nima dovolj prostora za globoke HPC strežnike in kabložo

Standardno visoka omara nima dovolj prostora za umestitev zahtevane količine strežnikov in ostale opreme

Standardna omara nima zadostne nosilnosti za namestitev UI gruče



IZZIVI PRI NAČRTOVANJU SUPERRAČUNALNIŠKIH PODATKOVNIH CENTROV

Infrastrukturna združljivost

Obstoječa infrastruktura:

- Sistemske omare
- Napajalne letve
- Dvojni pod

Potreba po drugačnih rešitvah

Premislek o stroških

- Maksimizirati učinkovitost ob upravljanju višjih začetnih stroškov
- Razviti stroškovno učinkovito strategijo prehoda na tekočinsko hlajenje

Prostorske zahteve

- Potreben dodaten prostor (CDU, toplotni izmenjevalnik)
- Zahtevni del pri načrtovanju postavitve PC

Kompleksnost integracije

- Zagotovite združljivost in učinkovitost nadzora ter upravljanja
- Načrtujte brezhibno integracijo dveh metod hlajenja (zračno/tekočinsko)

Spremenljivost gostote opreme

- Načrtujte distribucijo energije in sisteme hlajenja za spremenljivo gostoto
- Preprečite vroče točke in zagotovite učinkovito hlajenje

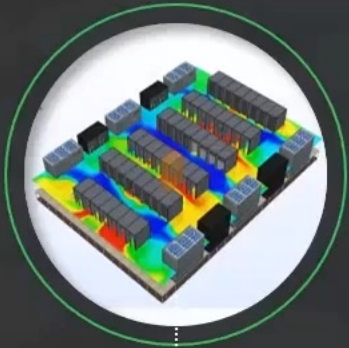
Prilagodljivost hladilnega sistema

- Uvedite prilagodljiv hladilni sistem, ki podpira obe metodi hkrati
- Razmislite o hibridnem sistemu ali ločenih hladilnih conah

Upravljanje hladilnega medija

- Upravljajte hladilnega medija za tekoče hlajenje
- Preprečevanje izliva in zahteve glede vzdrževanja

Zračno hlajenje proti tekočinskemu hlajenju



ROOM
COOLING AND
FAN WALLS

< 30-40kW / rack



InRow Cooling
and RDHx

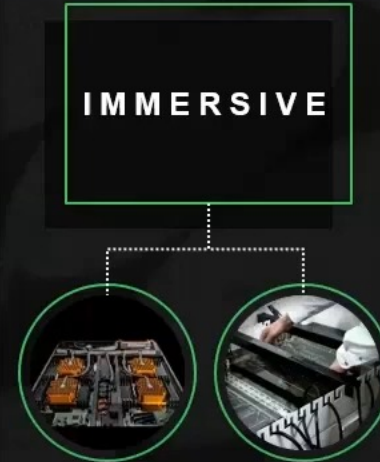
INROW and
CONTAINMENT

< 35-45kW / rack



DEAD END
OF ANY
AIR
COOLING

50kW / rack



IMMERSIVE

DIRECT
TO CHIP /
COLD
PLATE

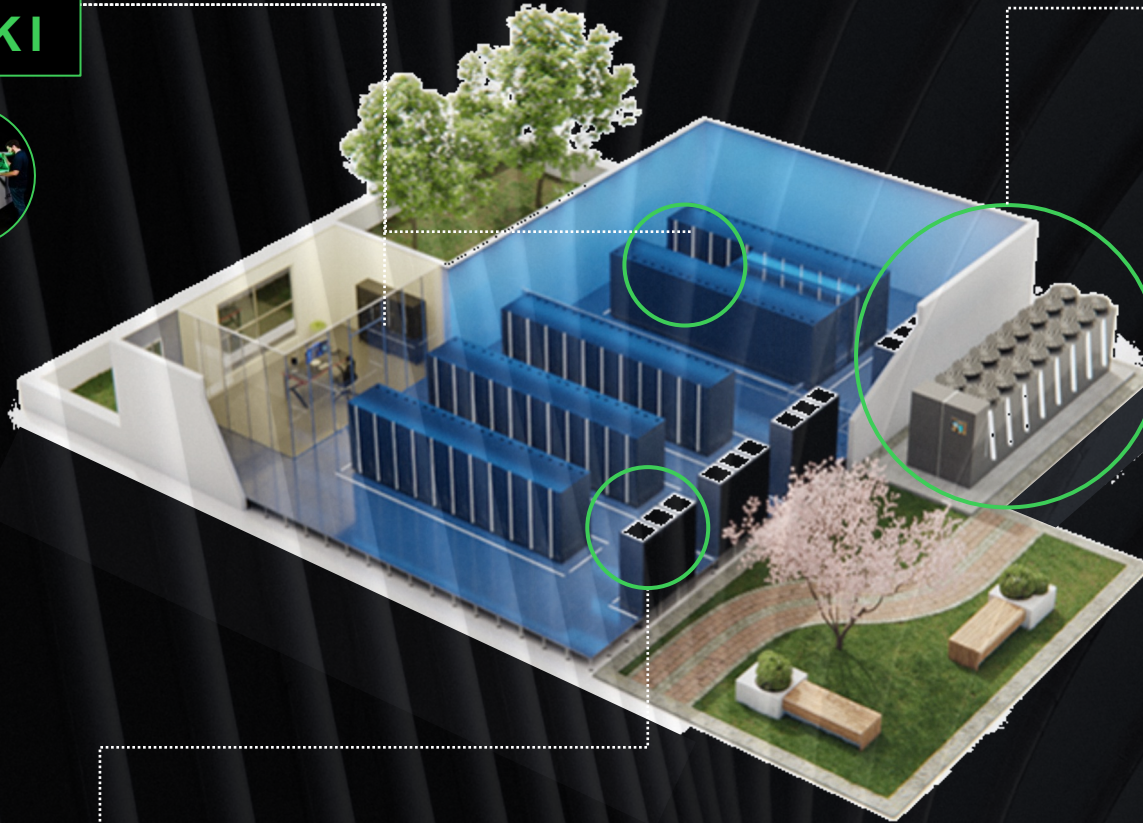


100kW / rack

MOVE COOLING CLOSER TO IT TO IMPROVE COSTS AND ADDRESS INCREASING DENSITIES

Arhitektura tekočinskega hlajenja

**TEKOČINSKO
HLAJENI STREŽNIKI**



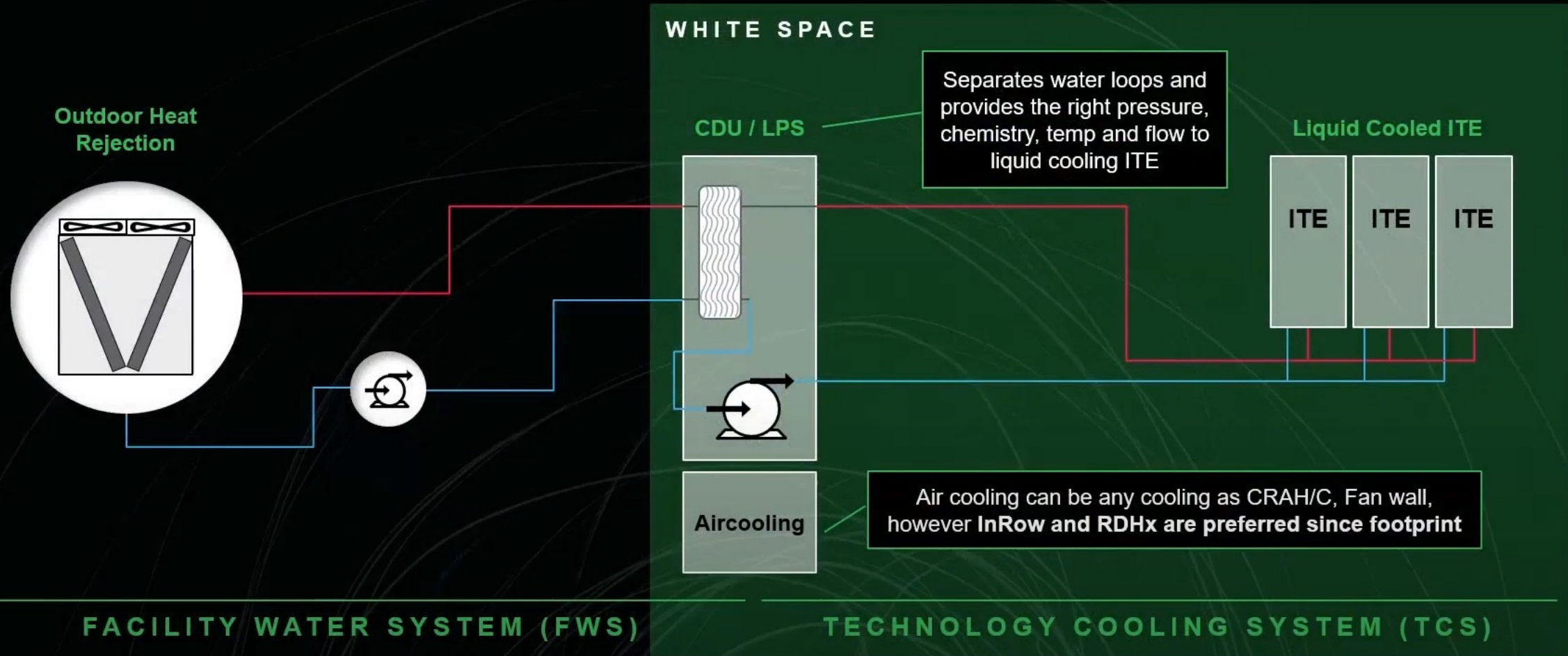
**ENOTE ZA
ODVAJANJE TOPLOTE**



**COOLANT DISTRIBUTION
UNIT (CDU)**



Arhitektura tekočinskega hlajenja



Ključni element arhitekture

Pet osnovnih funkcij:

- Regulacija temperature
- Regulacija pretoka tekočine
- Regulacija tlaka
- Obdelava tekočine
- Izmenjava toplote in izolacija



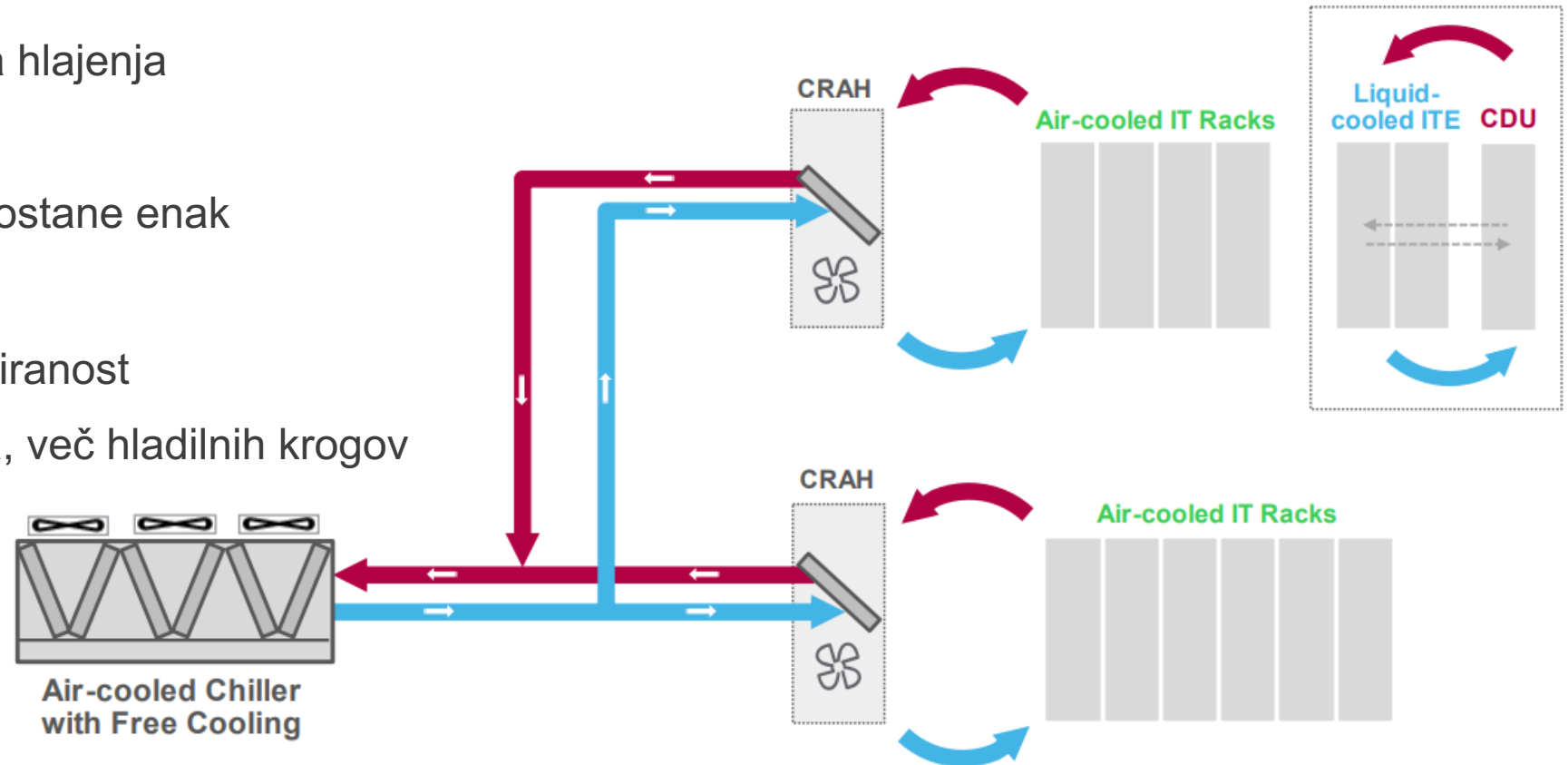
CDU temelji na dveh ključnih lastnostih:

- Vrsta izmenjave toplote
L-A, L-L, R-A, R-L, L-R, R-R
- CDU zmogljivost in oblika (Row / In Rack)

CDU

KORAK I: OBSTOJEČ SISTEM HLAJENJA – ODVAJANJE TOPLOTE Z ZRAČNIM HLAJENJEM

- Zaprt sistem tekočinskega hlajenja
 - CDU rack/row
 - Obstoječi sistem hlajenja ostane enak
- + Kompatibilnost, Prefabriciranost
- Učinkovitost, prostor, cena, več hladilnih krogov

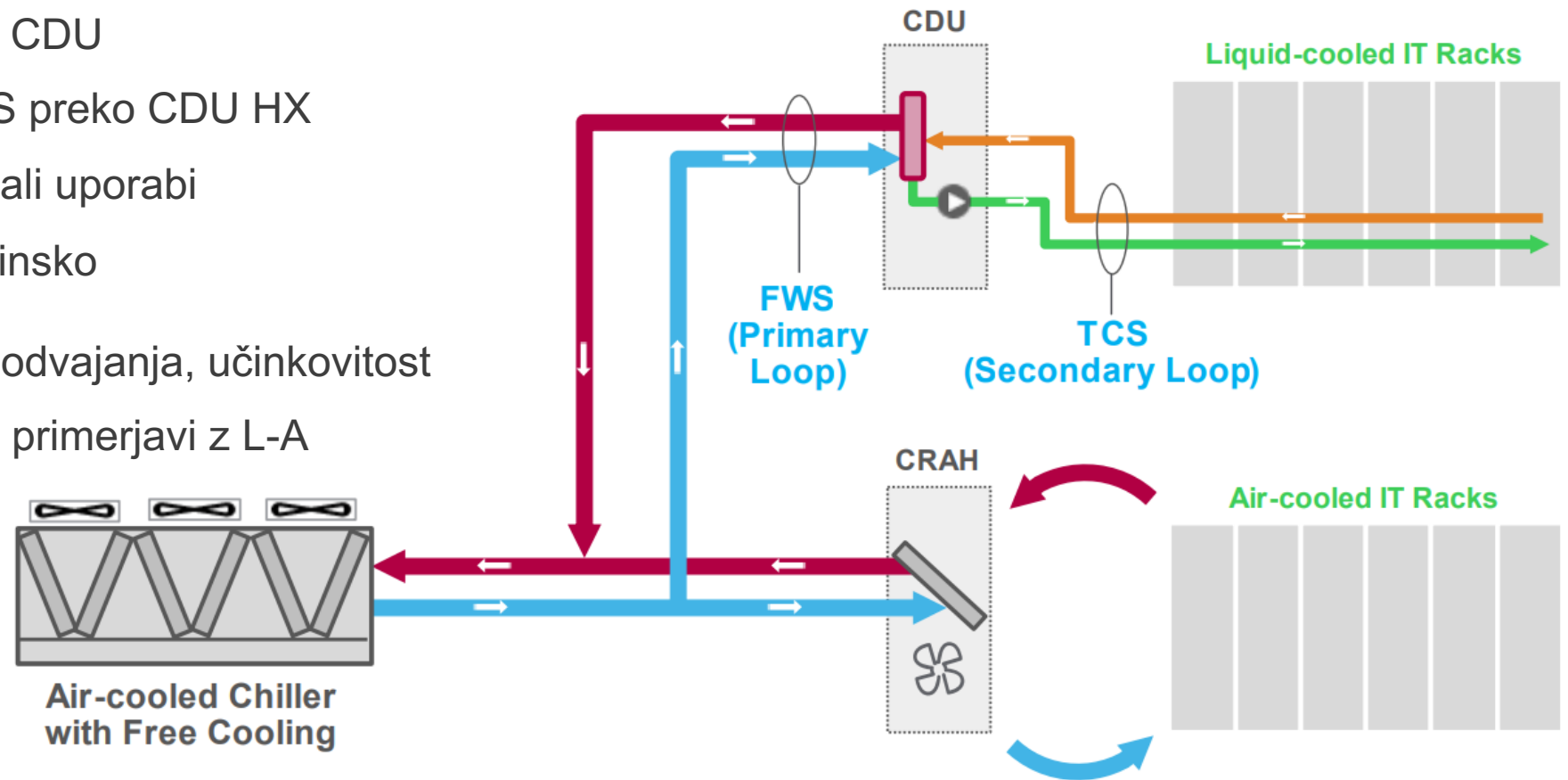


?? Vodno hlajenje ni izvedljivo, rezerva pri zračnem hlajenju, majhne namestitve, hitrost

CRAH – computer room air handler
CDU – coolant distribution unit

KORAK I: OBSTOJEČI SISTEM HLAJENJA – ODVAJANJE TOPLOTE PREKO OBSTOJEČEGA VODNEGA SISTEMA

- TCS zanka uporablja L-L CDU
 - Toplota se odvaja na FCS preko CDU HX
 - Toplota se odvede zunaj ali uporabi
 - 60-90% se odvede tekočinsko
- + ↓ investicija, ↑ kapaciteta odvajanja, učinkovitost
- Več dela na instalacijah v primerjavi z L-A



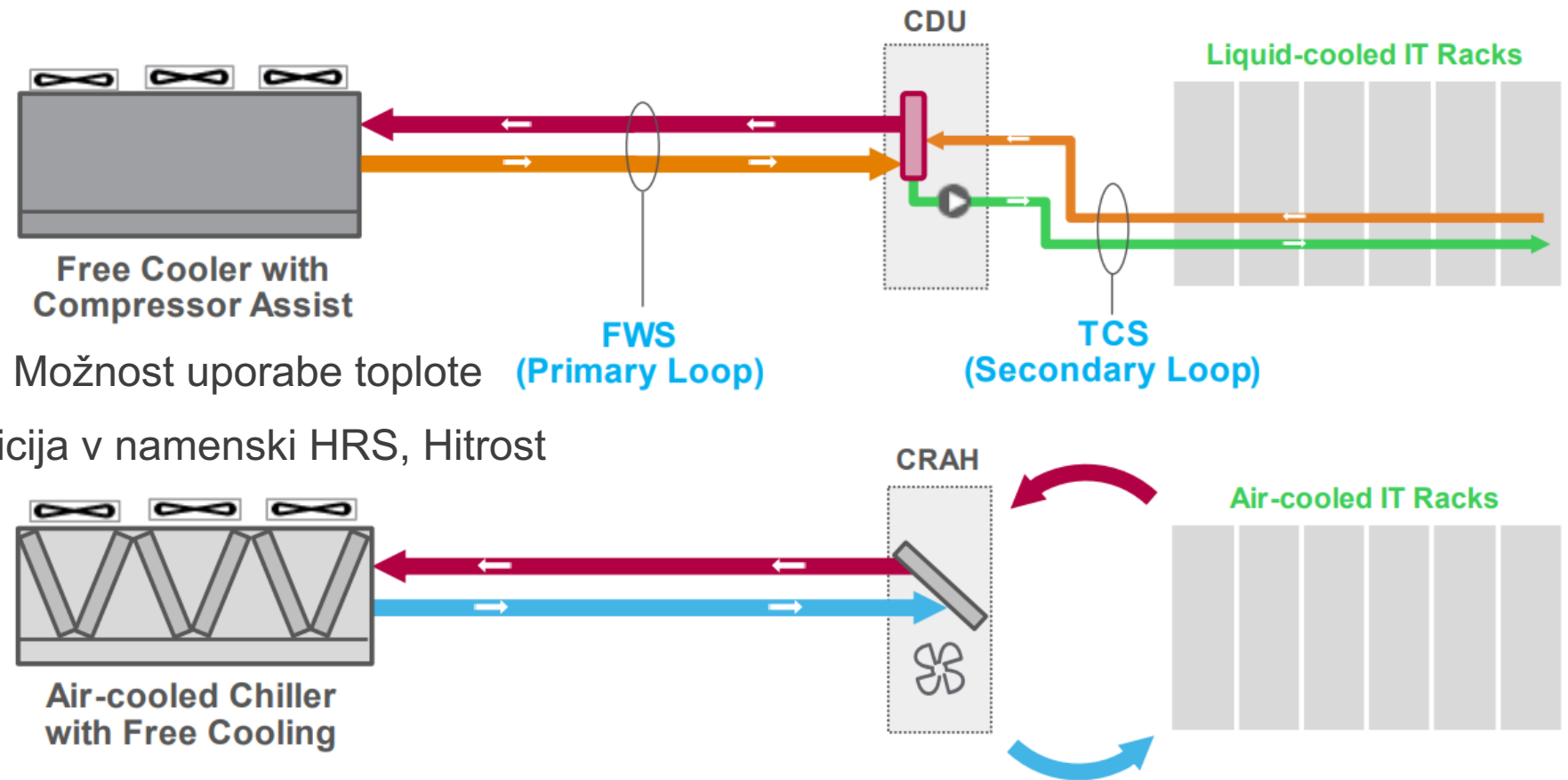
?? Srednje do velike namestitve, možnost priklopa na obstoječ hl. krog, učinkovitost pomembnejša od hitrosti

CRAH – computer room air handler
CDU – coolant distribution unit

KORAK I: NAMENSKI SISTEM HLAJENJA – ODVAJANJE TOPLOTE PREKO NEODVISNEGA VODNEGA SISTEMA

- Namenski HRS
- Optimizirana temp/pretok
- FC+kompresor 40°C
- Hladilni agregat 20°C

- + Visoka učinkovitost (FC), Možnost uporabe toplote
- Dodatni cevovodi, Investicija v namenski HRS, Hitrost



CRAH – computer room air handler
CDU – coolant distribution unit

?? Zelo velike namestitve, Visoka učinkovitost prioriteta

KORAK 2: IZBOR KAPACITETE IN NAČINA IZVEDBE CDU

■ InRack CDU

- Kdaj implementirati?
 - Pomembna je hitrost namestitve
 - Pričakuje se omejeno število tekočinsko hlajenih omar (1 – 10)

■ Samostoječi CDU

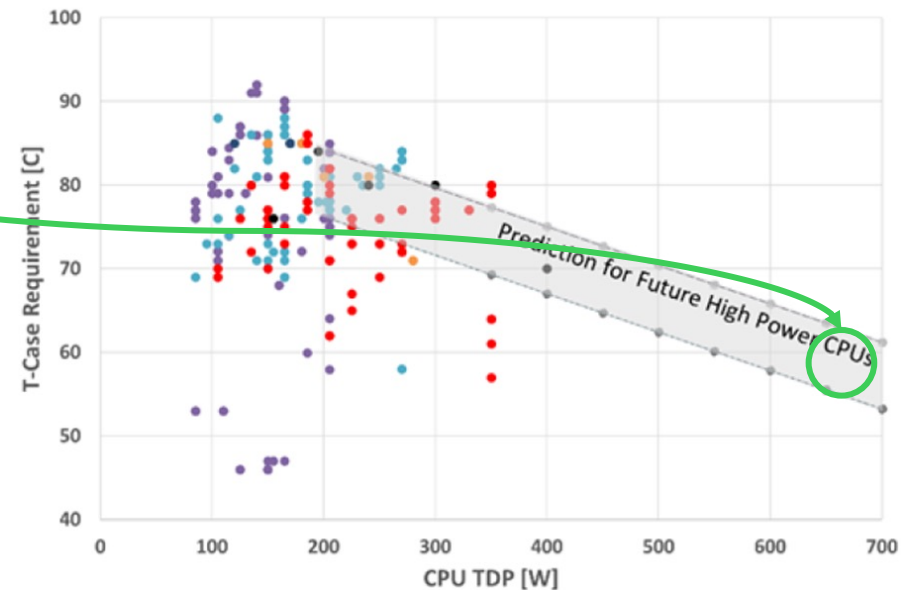
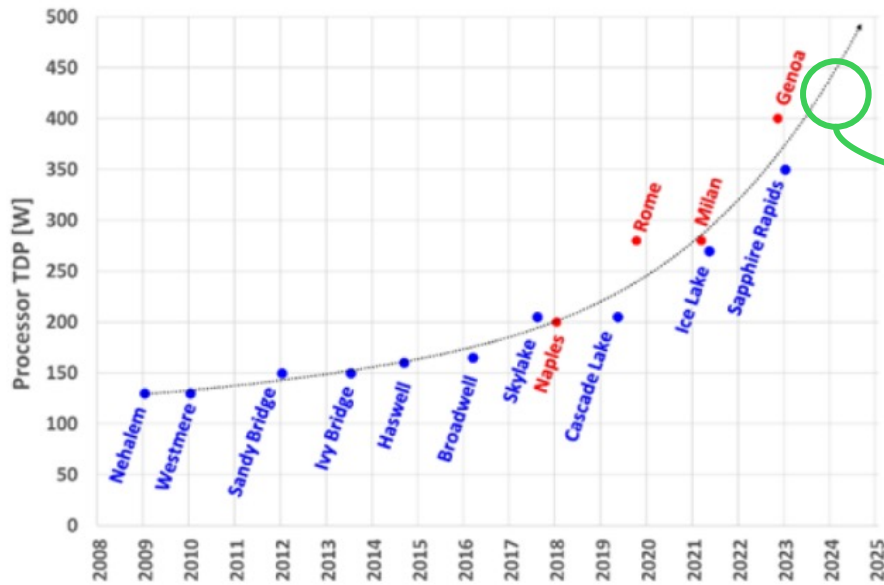
- Kdaj implementirati?
 - Pričakuje se več kot 10 tekočinsko hlajenih omar
 - Porabniki (npr. gruča za UI učenje) lahko sprejmejo skupno okvaro za vse omare, ki jih oskrbuje en CDU
 - V omari ni dovolj prostora za namestitev InRack CDU



Gostota čipov določa temperaturo in tip zunanjih enote za odvajanje toplote

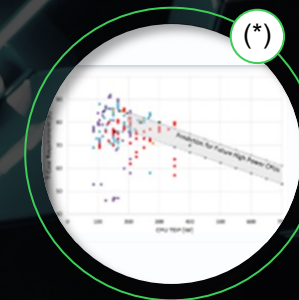
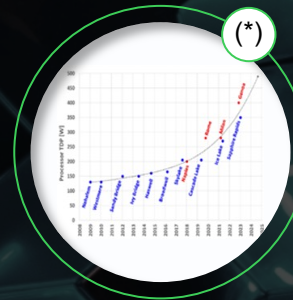
THERMAL DESIGN POWER
PROCESORJEV RASTE >500W V 2025

OMEJITVE SILICIJA ZAHTEVAJO ZNIŽANJE
TEMPERATURE OHIŠJA PRI VEČJIH MOČEH



Fokus na rešitve brez porabe vode

- Višja kot je toplotna zmogljivost procesorja, nižje temperature ohišja so MOGOČE potrebne
- Temperature tekočinskega hlajenja GREDO POTENCIALNO nižje, kar pomeni manjšo verjetnost, da se ne bi uporabljali kompresorji



LOKACIJE KJER KOMPRESORJI NISO POTREBNI NA OSNOVI 150 PODNEBNIH PROFILOV

Uporaba vode	Load	Lokacija
DA	500W	90%
	700W	Nikjer
NE	500W	5%
	700W	Nikjer

Pri visoki toplotni obremenitvi IN hladnejšimi zahtevami za čipe je strokovno znanje o kompresorjih in hladilnih medijih ključno za trajnosten, učinkovit podatkovni center brez porabe vode

Način odvajanje toplote iz objekta



KATERAKOLI GOSTOTA TOPLO/VROČE PODNEBJE

Prosto hlajenje, pomoč kompresorja

- Enote s prostim hlajenjem, kompresorji za delovanje pri zelo visokih temperaturah
- Načrtovano za prilagodljivost v času negotovih smernic za načrtovanje



UI KJERKOLI

Hibridni hladilni agregati in turbocore kompresorji

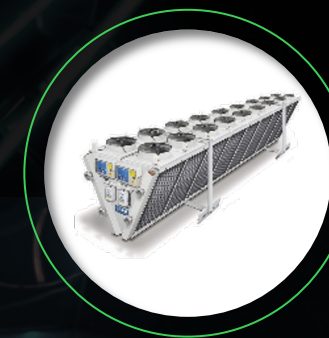
- Vodno hlajeni "trim" hladilni agregati s hibridno arhitekturo
- Načrtovan za boljšo učinkovitosti pri temperaturah tipičnih za UI



NIZKA GOSTOTA HLADNO PODNEBJE

Suhi hladilniki

- Suhi hladilniki za CDU s kompresorji ali aplikacije z visokimi temperaturami in/ali območji s hladnim podnebjem
- Izbrani kot prehodna/začasna rešitev





**Imamo edinstveno
priložnost za
ponovni premislek
o strategijah na
globalni ravni**



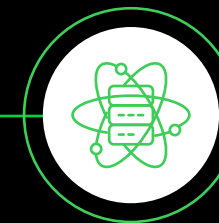
Prilagodljivost
Načrtovanje za različne
tipe prostorov in
lokacij.



Pripravljenost
Prehod z zračnega na
tekočinsko in z nizkih
na visoke gostote



Trajnost
Visoke temperature
hlajenja znižajo pPUE,
brez vodnih virov

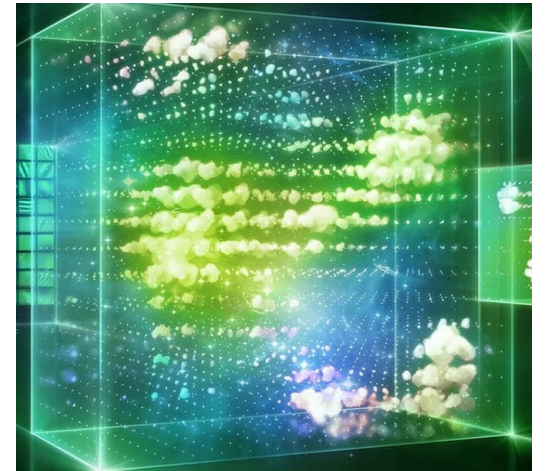


ROI optimizacija
Ekonomizacija zniža
skupne stroške
lastništva TCO

IZGRADNJA LASTNIH KAPACITET ALI NAJEM?

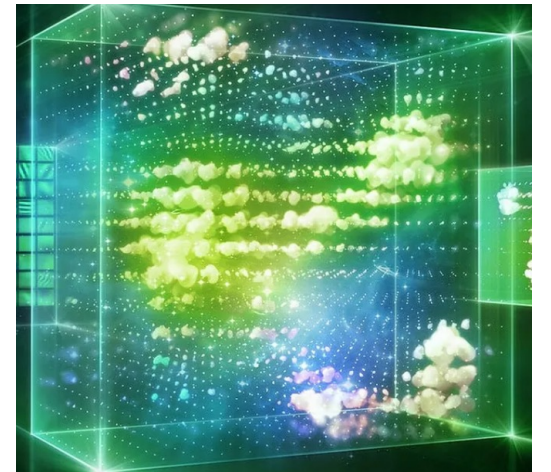
■ Problem

- Odločitev med najemom kapacitet v oblaku ali gradnjo lastne infrastrukture za UI
 - **Ključni dejavniki:** Stroški, fleksibilnost, zmogljivost, varnost.
 - **Pomembnost:** Prilagajanje strategije poslovnim potrebam in obsegu projekta



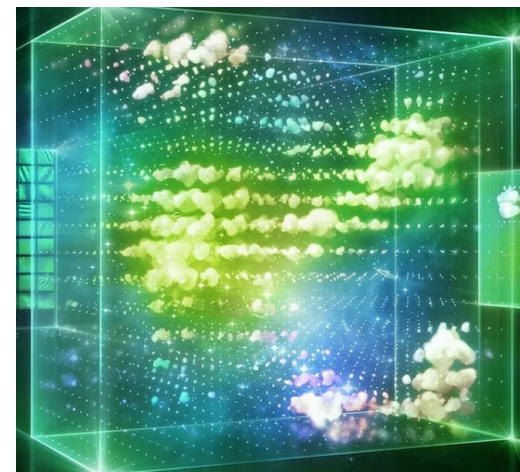
PRIMERJAVA PRISTOPOV

- Najem (oblak):
 - Ni začetnih stroškov, plačilo po uporabi
 - Enostavno skaliranje in dostop do najnovejše tehnologije
 - **Slabosti:** Morebitne težave z zmožljivostjo (npr. »noisy neighbor«), odvisnost od interneta
- Lastna infrastruktura
 - Popoln nadzor in prilagoditev strojne opreme
 - Dolgoročno stroškovno učinkovitejša rešitev za stalne potrebe
 - **Slabost:** Visoki začetni stroški, zahtevno vzdrževanje



PRAKTIČNI NASVETI IN ZAKLJUČEK

- Nasveti:
 - Kratkoročni projekti: Raje najem oblačnih storitev
 - Dolgoročni, stalni projekti: Investicija v lastno infrastrukturo
 - Upoštevajte stroške obnavljanja strojne opreme in potrebe po varnosti
- Zaključek:
 - Odločitev prilagodite poslovnim ciljem, obsegu uporabe in razpoložljivim resursom
 - Osredotočite se na dolgoročne cilje in bodite pripravljeni prilagoditi strategijo, ko se vaše zahteve razvijejo



SLING



Branko Jovanović, ADVANT d.o.o.



EuroHPC
Joint Undertaking



REPUBLIKA SLOVENIJA
**MINISTRSTVO ZA VISOKO ŠOLSTVO,
ZNANOST IN INOVACIJE**

Projekt EuroCC 2 financira Evropska unija. Financiran je s sredstvi Skupnega podjetja za evropsko visokozmogljivo računalništvo (EuroHPC JU) ter Nemčije, Bolgarije, Avstrije, Hrvaške, Cipra, Češke republike, Danske, Estonije, Finske, Grčije, Madžarske, Irske, Italije, Litve, Latvije, Poljske, Portugalske, Romunije, Slovenije, Španije, Švedske, Francije, Nizozemske, Belgije, Luksemburga, Slovaške, Norveške, Turčije, Republike Severne Makedonije, Islandije, Črne gore in Srbije v okviru sporazuma o dodelitvi sredstev št. 101101903.