

Napredni računalni, spremišni i mrežni resursi za potrebe projekta Hrvatski znanstveni i obrazovni oblak (HR-ZOO)

Grupa I.

Resursi za računarstvo visokih performansi (HPC) s pripadajućim spremišnim i mrežnim resursima

-

FUNKCIONALNA SPECIFIKACIJA

Ovaj projekt sufinanciran je sredstvima Europske unije iz Europskog fonda za regionalni razvoj

Zagreb, svibnja 2021. godine



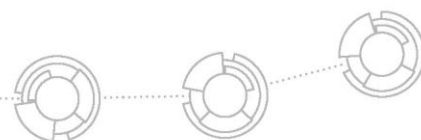
Europska unija
Zajedno do fondova EU

Projekt je sufinanciran sredstvima Europske unije
iz Europskog fonda za regionalni razvoj



Sadržaj

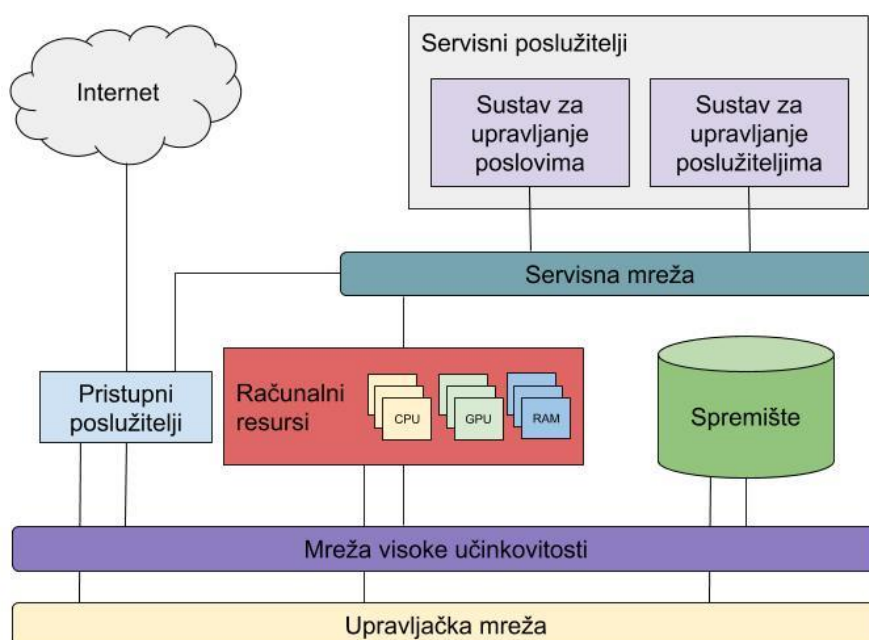
1. UVOD	3
2. OPĆI UVJETI I SVOJSTVA.....	3
3. RAČUNALNI RESURSI.....	6
3.1 Poslužitelji s procesorskim resursima.....	6
3.2 Poslužitelji s velikim memorijskim kapacitetom.....	6
3.3 Poslužitelji s grafičkim procesorima	6
4. SPREMIŠTE	7
4.1 Nadzor i izvještavanje.....	8
5. PRISTUPNI POSLUŽITELJI.....	9
5.1 Pristupni poslužitelj s procesorskim resursima.....	9
5.2 Pristupni poslužitelj s grafičkim procesorom.....	9
6. SERVISNI POSLUŽITELJI.....	9
7. MREŽE.....	10
7.1 Mreža visoke učinkovitosti.....	10
7.2 Servisna mreža	10
7.3 Upravljačka mreža	10
8. PROGRAMSKA PODRŠKA.....	11
8.1 Operacijski sustav	11
8.2 Sustav za upravljanje poslovima	11
8.3 Sustav za upravljanje poslužiteljima	12
8.4 Programske knjižnice	12
9. POVEZIVANJE S HR-ZOO INFRASTRUKTUROM	13
10. MJERENJE PERFORMANSI	13
10.1 Računalni resursi.....	13
10.2 Spremište	13
11. OPIS PODATKOVNIH CENTARA.....	15
11.1 Uvod	15
11.2 Podatkovni centar HR-ZOO ZG2.....	15
11.3 HVAC	16
11.4 EE.....	22
11.5 CSNI.....	24



1. Uvod

Računarstvo visokih performansi (engl. High Performance Computing, u daljnjem tekstu HPC) zahtijeva infrastrukturu s vrlo visokim performansama i kapacitetom različitih računalnih resursa – procesorskih jezgri, ubrzivača poput grafičkih procesora, radne memorije, spremišta te mrežne povezanosti. HR-ZOO infrastruktura za računarstvo visokih performansi sastoji se od:

- računalnih resursa:
 - poslužitelji s procesorskim resursima
 - poslužitelji s velikim memorijskim kapacitetom
 - poslužitelji s grafičkim procesorima
- spremišta
- pristupnih poslužitelja
- mreža
- programske podrške.



Slika 1: Prikaz HPC-a

2. Opći uvjeti i svojstva

Opći uvjeti:

- potrebno je isporučiti svo sklopovlje, softver, licence te opremu za povezivanje svih komponenti
- Izvršitelj će u okviru isporuke izvesti i sljedeće sustave sukladno uvjetima navedenim u poglavlju 11:
 - IKT ormare za smještaj opreme
 - sustav napajanja i hlađenja



- potrebno je ugraditi sve komponente u IKT ormare, međusobno povezati, testirati interoperabilnost komponenti infrastrukture i provesti mjerenje performansi opisano u poglavlju 10
- ukoliko radovi Izvršitelja pri ugradnji komponenata utječu na izgled i funkcionalnosti sjedišta, Izvršitelj će u sklopu svoje ponude nakon izvršenih radova vratiti sjedišta u prvobitno stanje i dokumentirati sve promjene
- sve komponente su nove i nekorištene
- sve komponente imaju redundantna napajanja i ventilatore koji su zamjenjivi bez potrebe za gašenjem komponente (hot-swap)
- prilikom puštanja u rad svo sklopovlje i softver moraju biti postavljeni tako da osiguraju optimalan rad cjelokupnog sustava pod potpunim opterećenjem za vrijeme trajanja jamstva bez potrebe bilo kakvih zahvata od strane Naručitelja
- Izvršitelj će nakon puštanja u rad svih sustava održati edukaciju u trajanju od minimalno 15 dana (8 h dnevno) za 10 polaznika. Teme edukacije trebaju biti izvedena tehnička rješenja, i osposobljavanje polaznika edukacije za upravljanje i nadzor uspostavljenih sustava.
- Izvršitelj će nakon puštanja u rad svih sustava predati Završni dokument (u digitalnom obliku). Završni dokument je preduvjet za Zapisnik o urednoj isporuci, ugradnji i puštanju u rad predmetne opreme kojim se potvrđuje da je Izvršitelj uredno izvršio predmet nabave u cijelosti. Završni dokument sadržava minimalno:
 - opise izvedenih tehničkih rješenja
 - prikaze izvedenih topologija na kojima se vide nazivi uređaja i nazivi aktivnih sučelja putem kojih su realizirane veze
 - popis instaliranih uređaja s podacima: naziv uređaja, proizvođač uređaja, model uređaja, verzije softvera, licence, ispisi konfiguracija softvera, reference na službene dokumentacije za pojedine konfiguracijske korake (engl. configuration guide), masa uređaja, dimenzije uređaja, nazivna snaga (W).
 - ostalu tehničku dokumentaciju potrebnu za ugradnju, povezivanje, uspostavu, konfiguriranje i puštanje u rad svih sustava
 - opise i rezultate mjerenja

Svojstva pasivne mrežne opreme:

- izvedena sukladno svim standardima strukturnog kabliranja, uredno i s odgovarajućim označavanjem te dokumentirana
- ne utječe na ostalu opremu utječući na uvjete okoline (protok zraka, hlađenje) i dostup do opreme.

Svojstva aktivnih mrežnih uređaja:

- mogućnost konfiguracije preko konzole za udaljeno upravljanje (engl. Out-of-band management) s ugrađenom potporom za:
 - pristup preko SSH verzije 2 i konfiguriranja uređaja preko naredbene linije (CLI)
 - podršku vanjskog sustava za AAA (Authentication Authorization Accounting) putem protokola RADIUS



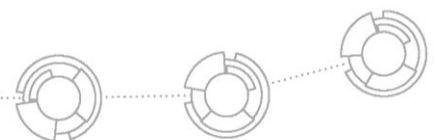
- pristup uređaju preko lokalnih korisničkih računa u slučaju da AAA (Authentication Authorization Accounting) sustav nije dostupan
- minimalno dvije razine korisničkih privilegija
- SNMP v1, v2c, v3, te slanje SNMP trapova
- slanje sistemskih zapisa (logova) na syslog server prema normi RFC 5424
- ručnu pohranu konfiguracije preko mreže.

Svojstva poslužitelja:

- poslužitelji unutar iste grupe imaju jednake sklopovske i programske (firmware) komponente, pri čemu se grupom smatraju poslužitelji opisani u poglavljima 3.1, 3.2, 3.3, 5.1, 5.2 i 6.
- imaju spoj na
 - mrežu visoke učinkovitosti
 - servisnu mrežu
 - upravljačku mrežu
- imaju konzolu za udaljeno upravljanje neovisnu o operacijskom sustavu s ugrađenom potporom za:
 - pristup web preglednikom i komandno linijskim alatom
 - pristup konzoli poslužitelja u punoj grafičkoj rezoluciji putem HTML5 sučelja
 - mogućnost udaljenog paljenja i gašenja stroja te UEFI Secure Boot
 - korištenje virtualnog medija
 - nadogradnju i povrat starih verzija ugrađenih programskih komponenti poslužitelja (firmware)
 - obavijesti o stanju poslužitelja slanjem e-mail poruka i slanjem dnevnika na udaljeni poslužitelj (syslog)
 - nadzor bez potrebe za agentom u operacijskom sustavu poslužitelja:
 - inventara ugrađenih sklopovskih i programskih komponenti poslužitelja
 - stanja komponenti poslužitelja
 - potrošnje energije
 - temperature poslužitelja i komponenata
- dodatna svojstva konzole za udaljeno upravljanje:
 - konzola za udaljeno upravljanje može biti izvedena na razini pojedinog poslužitelja ili na razini više poslužitelja
 - pojedini poslužitelj ne mora imati spoj na upravljačku mrežu ako izvedba na razini više poslužitelja to ne zahtijeva.

Svojstva procesora:

- poslužitelji imaju jedan ili više procesora
- procesori koriste arhitekturu x86_64
- minimalno 2,45 GHz osnovna frekvencija rada



- podržano sučelje PCI Express Gen4.

Svojstva radne memorije:

- jednako raspoređena po svim ugrađenim procesorskim jezgrama
- podržava otkrivanje i ispravak pogreški
- koristi sve ugrađene memorijske upravljačke jedinice procesora
- podržava brzinu prijenosa od minimalno 3200 MT/s.

Svojstva SSD diskova:

- pogodni za čitanje i za pisanje (nisu niti read-optimized niti write-optimized)
- izdržljivosti minimalno 1 DWPD za razdoblje od 5 godina, osim diskova koji se koriste isključivo za operacijski sustav.

3. Računalni resursi

Dodatna svojstva poslužitelja:

- namijenjeni su isključivo za potrebu izvođenja korisničkih poslova i ne koriste se za druge svrhe.

Dodatna svojstva procesora:

- svi procesori su od istog proizvođača.

3.1 Poslužitelji s procesorskim resursima

Dodatna svojstva poslužitelja:

- minimalno 2 GB radne memorije po ugrađenoj procesorskoj jezgri
- lokalni NVMe SSD disk kapaciteta minimalno 1,9 TB.

Poslužitelji ukupno pružaju:

- minimalno 200 TFLOPS-a Rmax mjereno programom opisanim u poglavlju 10.1.

3.2 Poslužitelji s velikim memorijskim kapacitetom

Dodatna svojstva poslužitelja:

- minimalno 112 procesorskih jezgri
- minimalno 4 TB radne memorije
- lokalni NVMe SSD disk kapaciteta minimalno 1,9 TB.

Ukupni broj poslužitelja:

- minimalno 2 poslužitelja.

3.3 Poslužitelji s grafičkim procesorima

Dodatna svojstva poslužitelja:

- ugrađen procesor ili više njih koji pružaju minimalno 16 procesorskih jezgri po grafičkom procesoru
- osigurana jednaka propusnost od svakog grafičkog procesora do svakog procesora unutar poslužitelja
- osigurana jednaka propusnost između svakog grafičkog procesora unutar poslužitelja



- minimalno 96 GB radne memorije po grafičkom procesoru
- lokalni NVMe SSD disk kapaciteta minimalno 3,8 TB.

Svojstva grafičkog procesora:

- minimalno 40 GB ugrađene radne memorije
- minimalno 64 GByte/s dvosmjerna propusnost između procesora i grafičkog procesora
- minimalno 2,4 TByte/s ukupna agregirana propusnost svih grafičkih procesora unutar poslužitelja.

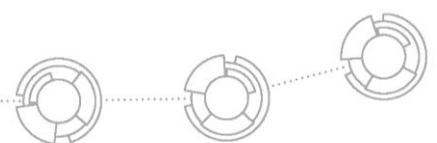
Poslužitelji moraju ukupno pružati:

- minimalno 700 TFLOPS-a Rmax mjereno programom opisanim u poglavlju 10.1.

4. **Spremište**

Svojstva:

- minimalno 500 TB iskoristivog spremišnog prostora
- spremanje minimalno 1×10^9 datoteka
- zasnovano isključivo na NVMe SSD diskovima
- dostupno na svim računalnim resursima i pristupnim poslužiteljima u obliku POSIX-sukladnog dijeljenog datotečnog sustava s jedinstvenim imeničkim prostorom
- koristi mrežu visoke učinkovitosti i tehnologiju RDMA (engl. Remote Direct Memory Access)
- propusnost od minimalno 100 GByte/s za operaciju sekvencijalnog čitanja s računalnih resursa i pristupnih poslužitelja; mjerenje se provodi korištenjem veličine bloka (engl. block size) 1MiB
- propusnost od minimalno 100 GByte/s za operaciju sekvencijalnog pisanja s računalnih resursa i pristupnih poslužitelja; mjerenje se provodi korištenjem veličine bloka 1 MiB
- minimalno 1 MIOPS-a za operaciju nasumičnog čitanja i pisanja s računalnih resursa i pristupnih poslužitelja; mjerenje se provodi korištenjem veličine bloka 4 kiB i omjera čitanja i pisanja 80%:20%
- program za mjerenje opisan je u poglavlju 10.2
- podržano:
 - kvote za prostor i broj datoteka za korisnike i grupe
 - Unicode imena datoteka
 - ACL-ovi
 - linkovi
 - zaključavanje datoteka
- sve komponente su redundantne (no SPOF) i izmjenjive bez prekida u radu sustava (hot-swap)

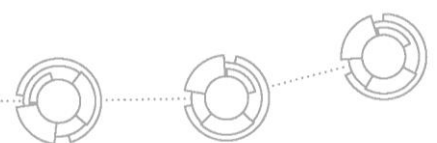


- redundancija na razini diskova ostvarena na način da ispad dva diska u istom polju (npr. RAID ili EC) ne uzrokuje gubitak podataka, ili korištenjem mehanizma RAID-10 s osiguranim *hot-spare* diskovima
- servisiranje bilo koje komponente spremišta ne uzrokuje nedostupnost spremišta
- osiguran automatski oporavak nakon servisiranja bilo koje komponente
- automatski oporavak nakon servisiranja bilo koje komponente ne traje dulje od 48 sati
- namijenjeno isključivo za potrebu spremanje korisničkih poslova i ne koristi se za druge svrhe.

4.1 Nadzor i izvještavanje

Svojstva:

- pristup parametrima nadzora u stvarnom vremenu
- minimalni parametri nadzora:
 - ukupni i iskorišteni kapacitet za
 - cjelokupno spremište
 - pojedine spremišne komponente (poslužitelj, polje)
 - ukupni i iskorišteni broj datoteka i direktorija za
 - cjelokupno spremište
 - propusnost čitanja, pisanja i ukupna za
 - cjelokupno spremište
 - pojedine spremišne komponente (poslužitelj, polje)
 - pojedine poslužitelje koji koriste spremište
 - broj I/O operacija čitanja, pisanja i ukupni za
 - cjelokupno spremište
 - pojedine spremišne komponente (poslužitelj, polje)
 - pojedine poslužitelje koji koriste spremište
 - broj standardnih operacija nad datotečnim sustavom (npr. stvaranje, brisanje, otvaranje datoteka i direktorija) za
 - cjelokupno spremište
 - pojedine spremišne komponente (poslužitelj, polje)
 - pojedine poslužitelje koji koriste spremište
- obavještavanje o stanju svih komponenata slanjem e-mail poruka i slanjem sistemskih zapisa (logova) na udaljeni poslužitelj
- komandno linijsko ili programsko sučelje za dohvrat svih parametara nadzora.



5. Pristupni poslužitelji

Dodatna svojstva poslužitelja:

- 2 dodatna lokalna NVMe SSD diska, svaki kapaciteta minimalno 7,6 TB, podešena u redundantni način rada
- imaju spoj
 - na javnu mrežu namijenjenu za povezivanje HPC-a s Internetom
 - ostvaren s minimalno 2x100 Gbit/s Ethernet spoja s dva neovisna aktivna mrežna uređaja; spojevi rade u načinu rada aktivan-aktivan te osiguravaju neprekidni rad u slučaju ispada jednog spoja
- namijenjeni isključivo za korisnički pristup i rad s HPC-om i ne koriste se za druge svrhe.

5.1 Pristupni poslužitelj s procesorskim resursima

Dodatna svojstva poslužitelja:

- jednaka procesorska i memorijska konfiguracija kao kod poslužitelja s procesorskim resursima.

Ukupni broj poslužitelja:

- 1 poslužitelj.

5.2 Pristupni poslužitelj s grafičkim procesorom

Dodatna svojstva poslužitelja:

- 1 procesor jednak kao kod poslužitelja s grafičkim procesorima
- minimalno 96 GB radne memorije
- 1 grafički procesor identičan kao u poslužiteljima s grafičkim procesorima.

Ukupni broj poslužitelja:

- 1 poslužitelj.

6. Servisni poslužitelji

Servisni poslužitelji su ostvareni kao virtualni poslužitelji na HR-ZOO infrastrukturi za visoko skalabilno računarstvo (u daljnjem tekstu HSC).

Ponuditelj može ponuditi vlastite poslužitelje ako je to uvjetovano arhitekturom ponuđenog rješenja. Ponuđeni poslužitelji moraju zadovoljiti sve uvjete za poslužitelje navedene u poglavlju 2 s iznimkom spoja na mrežu visoke učinkovitosti i svojstava procesora, radne memorije i SSD diskova.

Svojstva poslužitelja:

- procesorski, memorijski i diskovni resursi trebaju zadovoljavati zahtjeve sustava za upravljanje poslovima i upravljanje poslužiteljima
- u slučaju izvedbe s vlastitim poslužiteljima, lokalni diskovi moraju biti izvedeni na redundantni način.

Ukupni broj poslužitelja:

- minimalno 2 poslužitelja.



7. Mreže

7.1 Mreža visoke učinkovitosti

Svojstva:

- namijenjena za komunikaciju između korisničkih poslova i pristupa spremištu što zahtijeva visoku propusnost i malo kašnjenje
- minimalno 100 Gbit/s propusnost po spoju
- maksimalno 3 mikrosekunde kašnjenje u komunikaciji između dvije točke (end-to-end) najudaljenije u topologiji
- ukoliko se koristi topologija s dijeljenjem poslužitelja u otoke, svaki otok može ostvariti proporcionalnu propusnost do spremišta navedenu u poglavlju 4.
- optimizirano usmjeravanje i upravljanje zagušenjem (engl. congestion)
- podržana učinkovita komunikacija korištenjem standarda MPI
- podržana tehnologija RDMA
- podržan protokol IP.

7.2 Servisna mreža

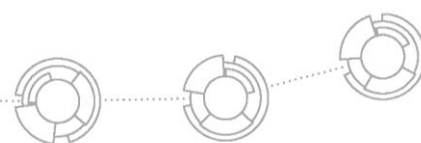
Svojstva:

- namijenjena za:
 - instalaciju poslužitelja putem mreže
 - pristup operacijskom sustavu poslužitelja
 - pristup sa svih poslužitelja (osim pristupnih) do Interneta
 - komunikaciju između komponenata sustava opisanih u poglavljima 8.2 i 8.3.
- minimalno 1 Gbit/s propusnost
- podržan protokol IP
- usmjeravanje obavlja HR-ZOO infrastruktura za lokalnu mrežu sjedišta (u nastavku DC LAN)
- servisna i upravljačka mreža mogu biti ostvarene korištenjem jedne fizičke mreže.

7.3 Upravljačka mreža

Svojstva:

- namijenjena za pristup konzolama za udaljeno upravljanje
- minimalno 1 Gbit/s propusnost
- podržan protokol IP
- usmjeravanje obavlja DC LAN
- servisna i upravljačka mreža mogu biti ostvarene korištenjem jedne fizičke mreže.



8. Programska podrška

8.1 Operacijski sustav

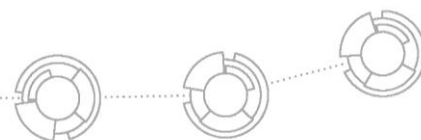
Svojstva:

- operacijski sustav na svim poslužiteljima je Red Hat Enterprise Linux 8 ili binarno sukladan
- svi poslužitelji koriste istu verziju operacijskog sustava
- u svrhu jednostavnijeg održavanja preferira se korištenje standardnih programskih komponenta (servisa, drivera) isporučениh s operacijskim sustavom, a odstupanja moraju biti argumentirana i dokumentirana.

8.2 Sustav za upravljanje poslovima

Svojstva:

- namijenjen za podnošenje i upravljanje korisničkim poslovima i učinkovito korištenje računalnih resursa
- komandno linijsko i programsko sučelje
- podržane vrste poslova:
 - interaktivni
 - neinteraktivni (engl. batch)
 - serijski
 - paralelni
- mogućnost preciznog definiranja resursa potrebnih za izvođenje poslova:
 - broj i vrsta poslužitelja
 - broj procesora, procesorskih jezgri, grafičkih procesora
 - količina radne memorije po poslužitelju, procesorskoj jezgri
 - količina lokalnog diska po poslužitelju, procesorskoj jezgri
 - vrijeme izvođenja
- mapiranje dodijeljenih resursa (procesori, procesorske jezgre, grafički procesori, radna memorija, lokalni disk) poslovima na razini operacijskog sustava
- definiranje naprednih politika raspoređivanja:
 - prioriteta poslova, korisnika i grupa korisnika
 - fair share
- definiranje grupa korisnika i računalnih resursa
- definiranje prava pristupa korisnika (engl. Access Control List, ACL) pojedinim računalnim resursima
- definiranje ograničenja:
 - ukupnih i aktivnih poslova po korisniku i grupi korisnika
 - vrijeme izvođenja poslova po korisniku, grupi korisnika ili grupi računalnih resursa
- vremenska rezervacija računalnih resursa (engl. advanced reservation)
- praćenje stanja poslova i obavještanje korisnika slanjem e-mail poruka



- praćenje stanja računalnih resursa i detekcija ispada
- definiranje proizvoljnih skripti koje se izvode prije (engl. prologue) i nakon (engl. epilogue) izvođenja posla
- svojstva instalacije:
 - središnji servisi visoko dostupni korištenjem minimalno dvije instance u načinu rada aktivan-pasivan
 - središnji servisi instalirani na servisnim poslužiteljima
 - servisi za upravljanje poslovima instalirani na računalne resurse
 - klijentski servisi i alati instalirani na pristupne poslužitelje.
- minimalni uvjeti za izvještavanje:
 - resursi korišteni za svaki posao:
 - poslužitelji
 - procesori i procesorske jezgre – količina i iskorištenje (cputime, walltime)
 - grafički procesori – količina i iskorištenje
 - radna memorija – količina i iskorištenje
 - lokalni disk – količina i iskorištenje
 - agregirani izvještaj za proizvoljno razdoblje po:
 - korisniku
 - grupi korisnika
 - grupi računalnih resursa.

8.3 Sustav za upravljanje poslužiteljima

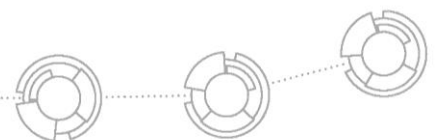
Svojstva:

- namijenjen za automatsku uspostavu poslužitelja putem mreže (engl. network boot) i upravljanje konfiguracijom poslužitelja
- mogućnost izmjene konfiguracijskih datoteka na poslužiteljima
- mogućnost instalacije, nadogradnje ili brisanja programskih paketa
- mogućnost istovremenog izvođenja proizvoljnih komandno linijskih alata na odabranoj grupi poslužitelja
- svojstva instalacije:
 - središnji servisi instalirani na servisnim poslužiteljima.

8.4 Programske knjižnice

Isporučeni prevodioci i programske knjižnice od proizvođača opreme, optimizirani za pojedine računalne resurse i mrežu visoke učinkovitosti:

- prevodioci za C, C++ i Fortran
- knjižnice potrebne za korištenje grafičkih procesora
- knjižnica MPI
- standardne matematičke knjižnice za napredno računanje – BLAS/BLIS, LAPACK, ScalaPACK i FFTW.



9. Povezivanje s HR-ZOO infrastrukturom

Izvršitelj omogućava povezivanje HPC-a kao cjeline s ostatkom HR-ZOO infrastrukture. Za povezivanje Izvršitelj unutar HPC-a mora osigurati dva neovisna aktivna mrežna uređaja.

Za povezivanje na DC LAN preklopnike osiguran je spoj HPC Tip 1 (100GBASE-SR4). Za realizaciju ovog spoja su u DC LAN-u osigurana minimalno 2x100 Gbit/s Ethernet spoja s dva neovisna aktivna mrežna uređaja. Navedeni spojevi rade u načinu rada aktivan-aktivan kako bi se povećala propusnost jediničnog spoja s optimalnom raspodjelom prometa na oba spoja. Ovaj tip spoja omogućava neprekidni rad u slučaju ispada jednog spoja.

Izvršitelj ne mora osigurati pasivnu mrežnu opremu za ostvarenje spoja.

10. Mjerenje performansi

Izvršitelj će u trenutku primopredaje provesti mjerenje performansi računalnih resursa i spremišta.

Prilikom mjerenja moraju biti zadovoljeni sljedeći uvjeti:

- svo sklopovlje i softver moraju imati postavke koje će imati prilikom puštanja u rad
- svako mjerenje mora biti uspješno izvedeno bez prijavljivanja bilo kakvih grešaka
- svi korišteni prevodioci i alati za instalaciju te knjižnice za optimizaciju moraju biti uključene u programsku podršku opisanu u poglavlju 8
- rezultati moraju odgovarati ili biti bolji od onih navedenih u ponudi.

Izvršitelj će za svako mjerenje:

- dokumentirati instalaciju programa uključujući sve konfiguracijske datoteke, parametre prevodioca, korištene knjižnice i skripte za prevođenje i izvođenje.

10.1 Računalni resursi

Uvjeti mjerenja:

- mjerenje performansi računalnih resursa provodi se programom High Performance Linpack (u daljnjem tekstu HPL) dostupnom na adresi: <https://www.netlib.org/benchmark/hpl/>
- koristi se posljednja verzija HPL-a
- moguće je koristiti optimiziranu verziju HPL-a pod uvjetom da je sukladna specifikaciji programa
- moguće je koristiti optimizirane matematičke knjižnice
- mjerenje se provodi istovremeno nad svim računalnim resursima u pojedinoj grupi.

10.2 Spremište

Uvjeti mjerenja:

- mjerenje performansi spremišta provodi se programom fio
- koristi se verzija fio isporučena s operacijskim sustavom
- mjerenje se pokreće s korisnikom bez administracijskih privilegija



- ukupna veličina korištenih testnih datoteka (broj poslova NUMJOBS x veličina pojedinačne datoteke FILESIZE) na pojedinom poslužitelju je minimalno 20 puta veća od radne memorije poslužitelja
- ukupna veličina svih korištenih testnih datoteka je minimalno 70% ukupnog kapaciteta spremišta
- minimalno vrijeme izvođenja testa je 1 sat.

Table 1 Konfiguracijske datoteke za mjerenje performansi spremišta

Test	Primjer konfiguracijske datoteke
Operacija sekvencijalnog čitanja s računalnih resursa i pristupnih poslužitelja; mjerenje se provodi korištenjem veličine bloka 1MiB	[global] rw=read bs=1M time_based runtime=1h numjobs=NUMJOBS [storage] directory=/path_to_storage/fio filesize=FILESIZE
Operacija sekvencijalnog pisanja s računalnih resursa i pristupnih poslužitelja; mjerenje se provodi korištenjem veličine bloka 1MiB	[global] rw=write bs=1M time_based runtime=1h numjobs=NUMJOBS [storage] directory=/path_to_storage/fio filesize=FILESIZE
Operacija nasumičnog čitanja i pisanja s računalnih resursa i pristupnih poslužitelja: mjerenje se provodi korištenjem veličine bloka 4 kiB i omjera čitanja i pisanja 80%:20%	[global] rw=randrw rwmixread=80 bs=4k time_based runtime=1h numjobs=NUMJOBS [storage] directory=/path_to_storage/fio filesize=FILESIZE

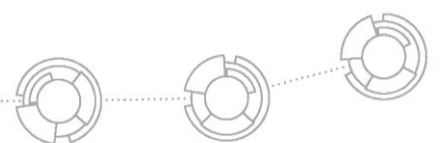
Na svim poslužiteljima na kojima se izvodi mjerenje pokreće se program fio u načinu rada server s naredbom:

```
fio --server
```

Na odabranom poslužitelju se pokreće mjerenje s naredbom:

```
fio --client=test-servers config-file
```

Datoteka `test-servers` sadrži popis adresa poslužitelja na kojima se izvodi mjerenje, a datoteka `config-file` konfiguraciju testa prema opisu u tablici 1.



11. Opis podatkovnih centara

11.1 Uvod

U prvoj fazi projekta Hrvatski znanstveni i obrazovni oblak (HR-ZOO) izvest će se uređenje i opremanje podatkovnih centara HR-ZOO, odnosno osiguran je adekvatan prostor za smještaj računalnih, spremišnih i mrežnih resursa.

Radovi na uređenju i opremanju podatkovnih centara HR-ZOO izvest će se na sljedećoj lokaciji, kako slijedi:

- Sveučilište u Zagrebu, Znanstveno-učilišni kampus Borongaj, Zagreb, Borongajska cesta 83f (dalje u tekstu „HR-ZOO ZG2“),

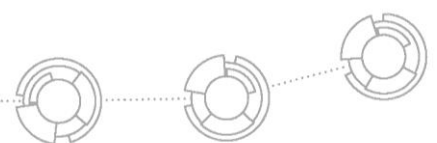
Na navedenoj lokaciji predviđen je smještaj i instalacija HPC opreme.

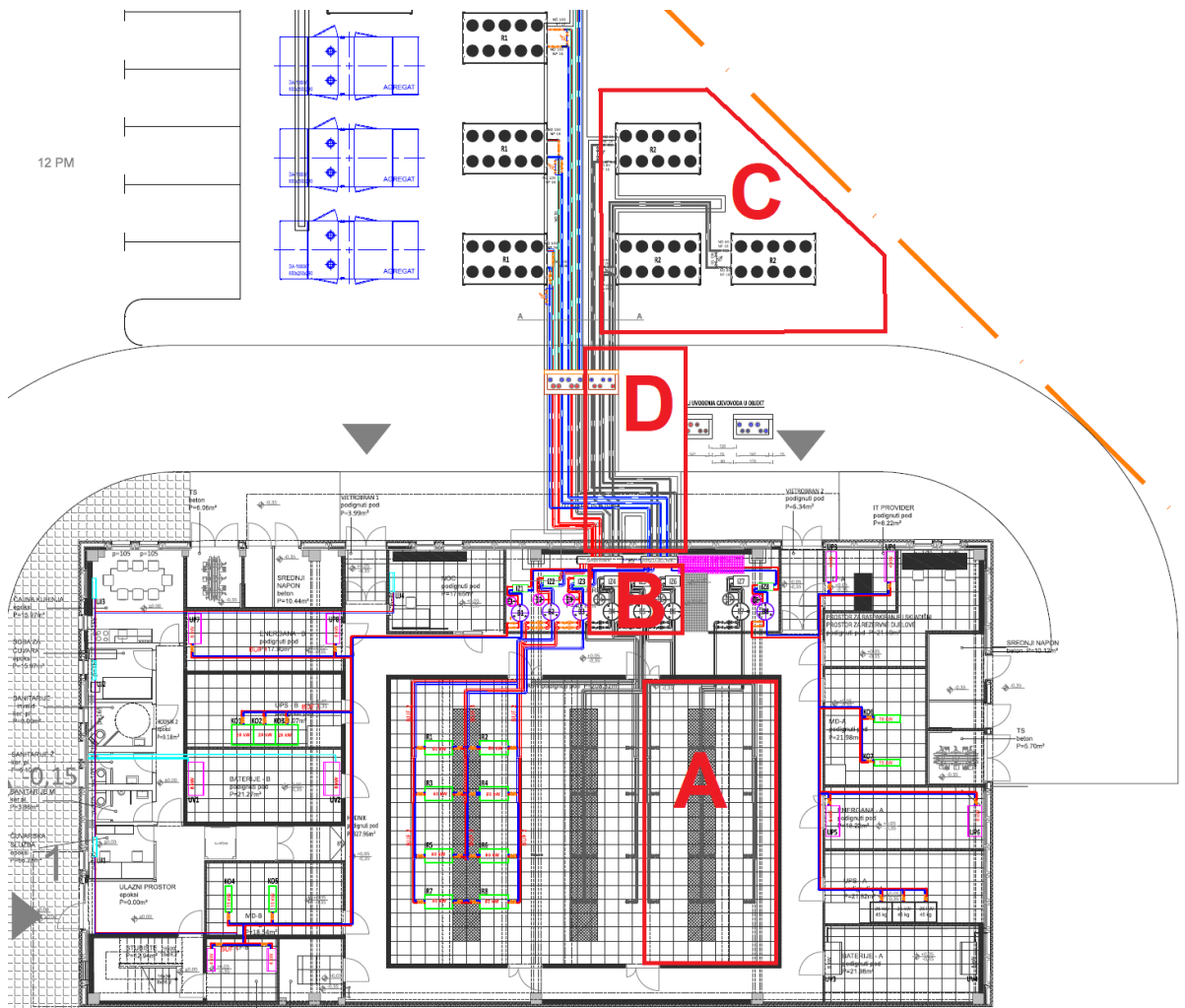
11.2 Podatkovni centar HR-ZOO ZG2

Računalna hala u podatkovnom centru HR-ZOO ZG2 nalazi se u prizemlju zgrade.

Prostor, odnosno sustavi, predviđeni za instalacije infrastrukture HPC su označeni na slici 2 i čine ga:

- A) Prostor u računalnoj sobi veličine 55 m² (12,27 m x 4,5 m) za smještaj HPC opreme:
 - Pod u prostoru namijenjenom za smještaj HPC opreme izvest će se kao tehnički podignuti pod sljedećih karakteristika: visina poda 36 cm; distribuirano opterećenje klasa 6/A/3/2 u skladu s EN12825 ili jednakovrijedan - 18 kN; koncentrirano opterećenje klasa 6/A/3/2 u skladu s EN12825 ili jednakovrijedan - 6 kN),
- B) Prostor za strojarski dio (strojarnica),
- C) Vanjski prostor:
 - Prostor za smještaj rashladnih jedinica
- D) Kanal za HVAC instalacije.





Slika 2: Prostor predviđen za HVAC opremu

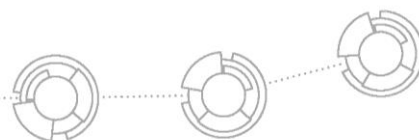
U sklopu izvedbe infrastrukture HPC, ponuditelj je dužan izvesti i nužan prateći tehnički sustav HVAC, odnosno strojarne instalacije te elektro-energetske radove spajanja infrastrukture HPC na EE sustav zgrade.

Infrastruktura HPC mora posjedovati mehanizme za detekciju značajnih promjena u okolini (npr. curenje, padovi tlakova, promjene temperatura, kvarovi i dr.) u stvarnom vremenu. Također, mora se osigurati pravodobna reakcija u stvarnom vremenu kako bi se izbjegla šteta na HPC-u.

11.3 HVAC

Na vanjskom prostoru ispred hale predviđen je prostor za 3 HVAC jedinice za hlađenje, svaka jedinica ima prema projektu predviđene maksimalne dimenzije od (D=430 cm x Š=230 cm). U sklopu projekta izgradnje napravljena su samo betonska postolja kao priprema HVAC jedinice prikazane na slici 3. Ponuditelj nije dužan koristiti predviđeno rješenje već raspoloživi prostor može prilagoditi svojoj opremi dokle god se uklapa u predviđene prostorne gabarite. Predviđeni cjevovod nije fizički izgrađen već je za njih samo osiguran predviđeni prostor u instalacijskom kanalu koji vodi do objekta.

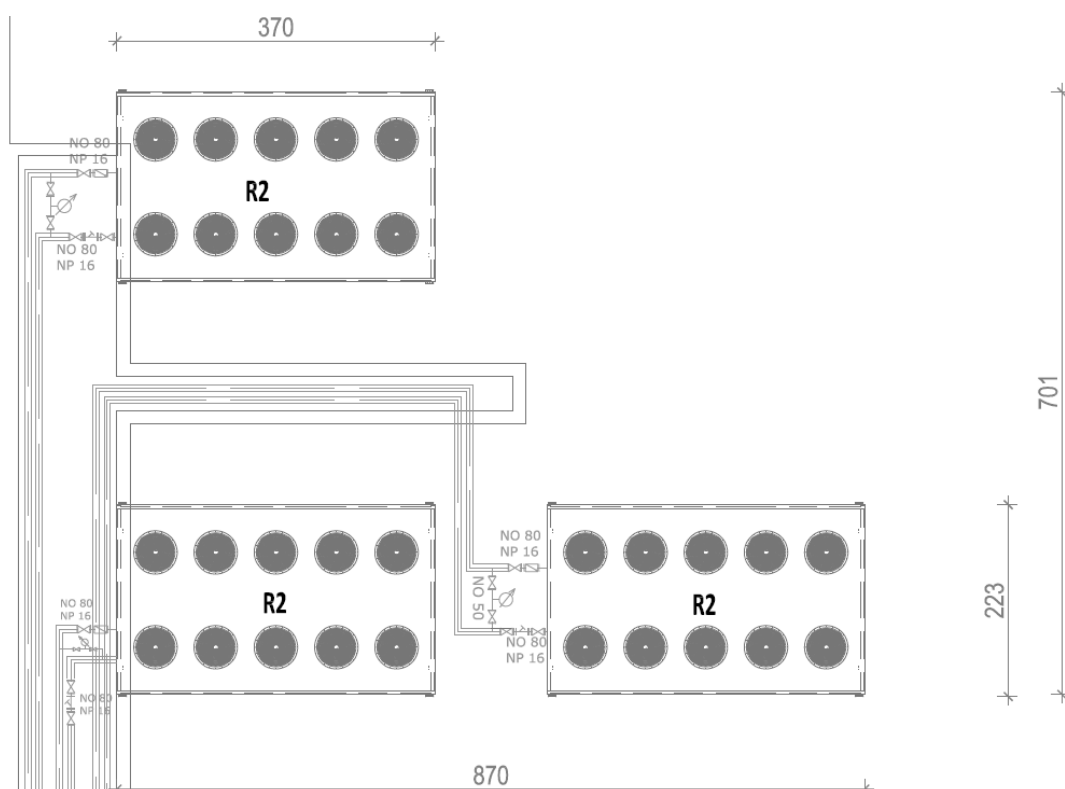
HPC sustav predstavlja značajnog energetskeg potrošača te kao takav i veliki trošak Naručitelju u fazi produkcije (trošak potrošnje el. energije kao bitna stavka ukupnog troška, OPEX). Sukladno tome, energetska učinkovitost predstavlja prioritet pri odabiru sustava hlađenja, s ciljem da se valoriziraju energetske efikasnija rješenja koja u konačnici rezultiraju manjim PUE (Power Usage Efficiency). Toplina koju proizvode računalni



poslužitelji mora biti odvedena putem izravnog hlađenja tekućinom (DLC). Količina topline odvedena DLC-om ne smije biti niža od 90%.

HVAC sustav mora zadovoljiti odgovarajuću rashladnu snagu za hlađenje HPC sustava na vanjskoj ambijentalnoj temperaturi od $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ prema sljedećim uvjetima:

- na temperaturama do $39\text{ }^{\circ}\text{C}$ HPC mora raditi sa 100% kapaciteta,
- na temperaturama od $39\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ HPC može osigurati automatsko smanjivanje performansi računalnih resursa do najmanje 50% vršnih performansi, na način da ne gasi dijelove računalnih resursa (npr. procesore), već da im smanjuje potrošnju (npr. smanjivanjem radnog takta),
- na temperaturama od $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ HPC treba osigurati automatsko smanjivanje performansi ili sustavno gašenje računalnih resursa.

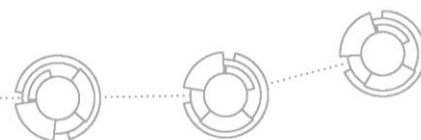


Slika 3: Vanjski prostor predviđen za vanjsku HVAC opremu HPC sustava

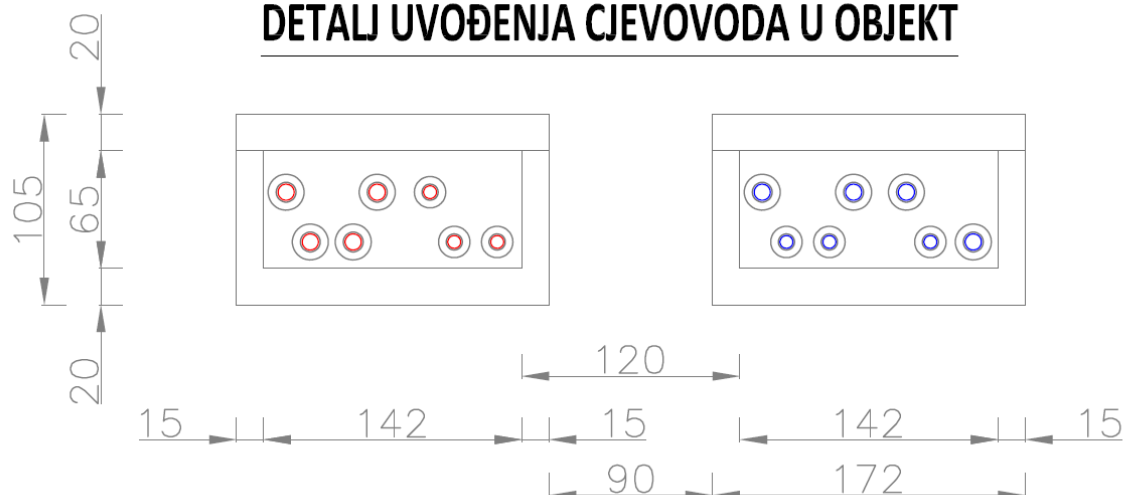
Podzemni kanal kroz koji prolazi budući cjevovod za potrebe HPC-a je izgrađen u sklopu projekta izgradnje HR-ZOO sjedišta, tako da je napravljena priprema za budući cjevovod za potrebe HVAC opreme HPC-a. Nisu potrebni nikakvi radovi iskapanja kanala već se koristi postojeći kanal u kojem je ostavljen prostor predviđen za HPC cjevovod do strojarnice objekta.

Ponuditelj je obavezan isporučiti i ugraditi sustav hlađenja i svu prateću opremu svom tehničkom rješenju. Ponuditelj je dužan osigurati redundanciju (N+1) za sve ključne komponente bitne za neprekinuto funkcioniranje ponuđenog tehničkog sustava (kao što su rashladna jedinica, pumpa, cjevovod).

Plavom bojom s desne strane na slici 4 označen je predviđeni cjevovod za HPC, dotični cjevovod za HPC nije izgrađen i Ponuditelj može izvedbu prilagoditi svom sustavu unutar gabarita izgrađenog podzemnog kanala.

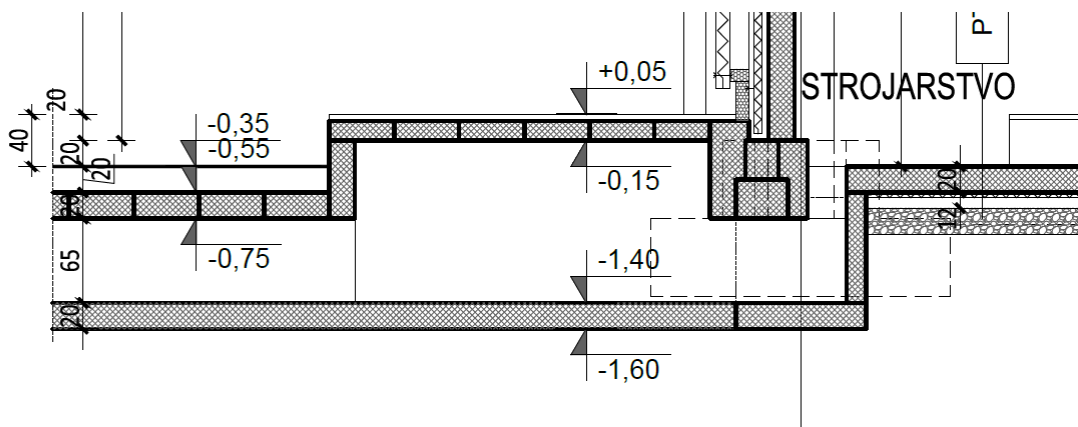


DETALJ UVOĐENJA CJEVOVODA U OBJEKT



Slika 4: Prikaz presjeka kanala cjevovoda, desni kanal je izgrađen za HPC

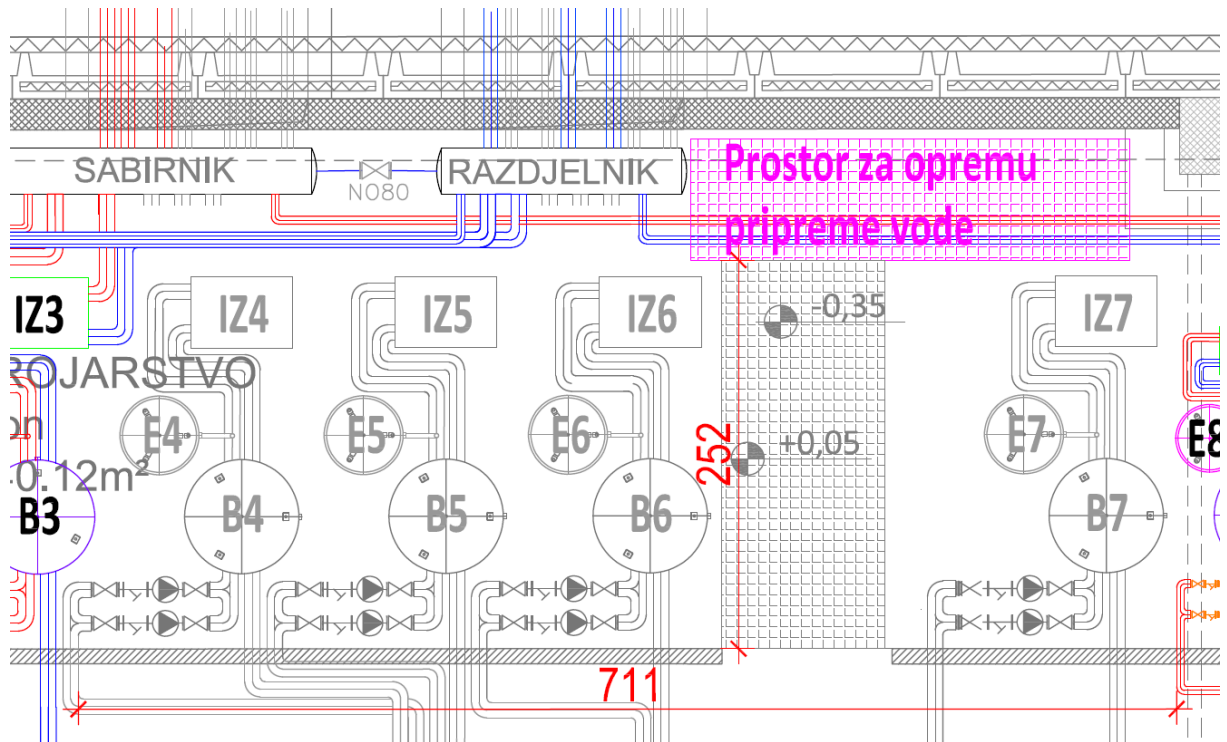
Bokocrt instalacijskog kanala za predviđeni cjevovod na ulazu u objekt dan je na slici 5.



Slika 5: Bokocrt instalacijskog kanala za predviđeni cjevovod na ulazu u objekt

U strojarnici je za strojarsku opremu HPC-a predviđen kotirani prostor od cca 18 m². Sivo osjenčana oprema i cjevovodi na nacrtu sa slike 6 nisu izvedeni već su idejno predviđeni za potrebe HPC-a.

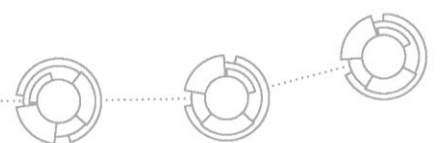


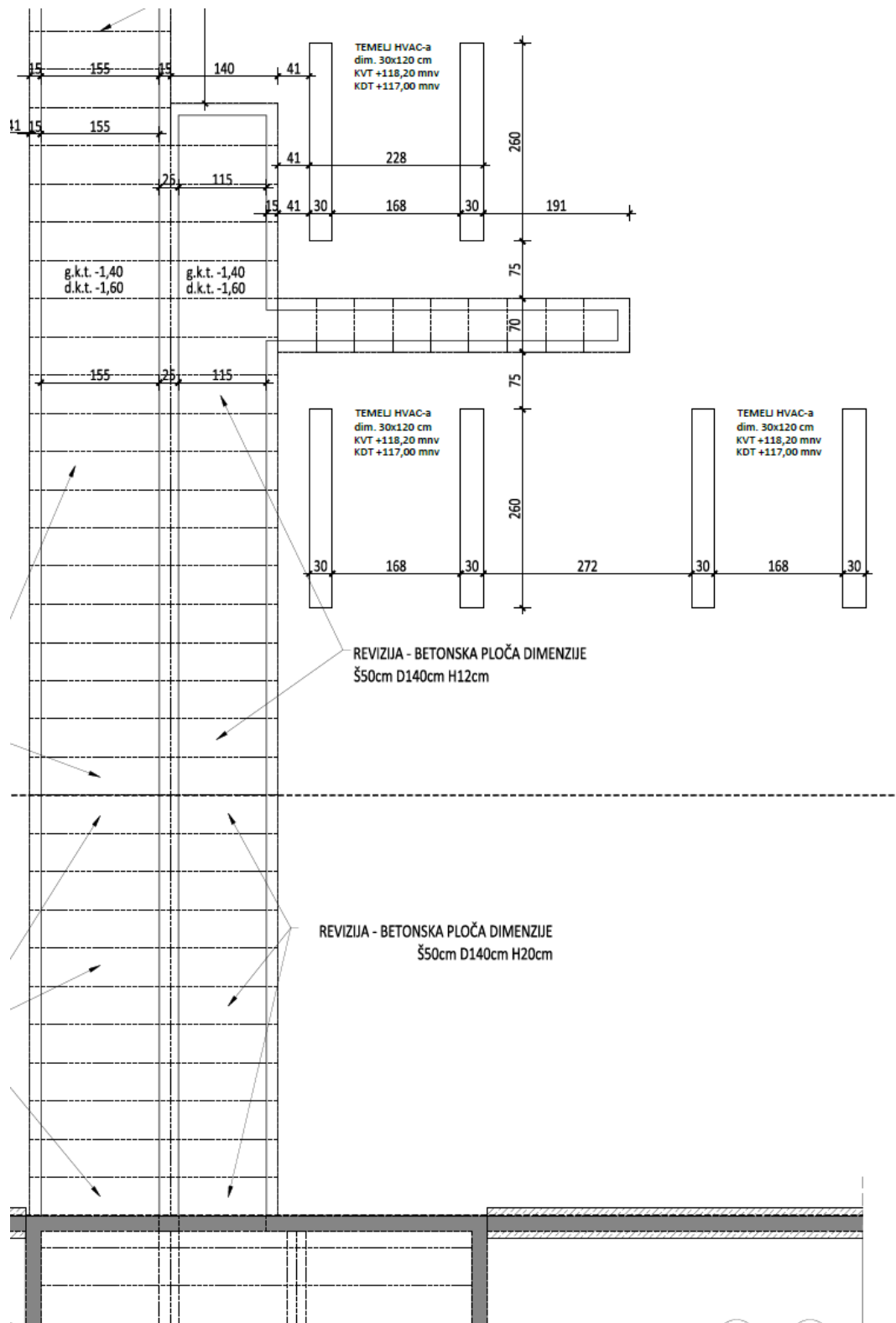


Slika 6: Nacr prostora strojarnice u kojem je predviđen sivo osjenčani prostor koji je na raspolaganju za strojarsku opremu za HPC

Hodnik i sama sistem hala su izvedene sa tehničkim podignutim podom tako da je kroz pod osiguran predviđeni prostor za instalacije. Prostor strojarnice nije izveden sa tehnički podignutim podom.

Postolja za vanjske HVAC jedinice su izvedena kao armiranobetonski trakasti temelji, srednjeg presjeka 30/80 cm, betonirani su u zemlji / iskopu, djelomično u oplati (slika 7).

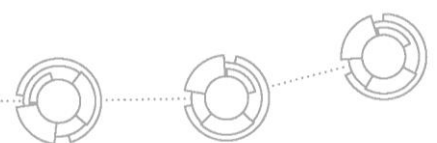


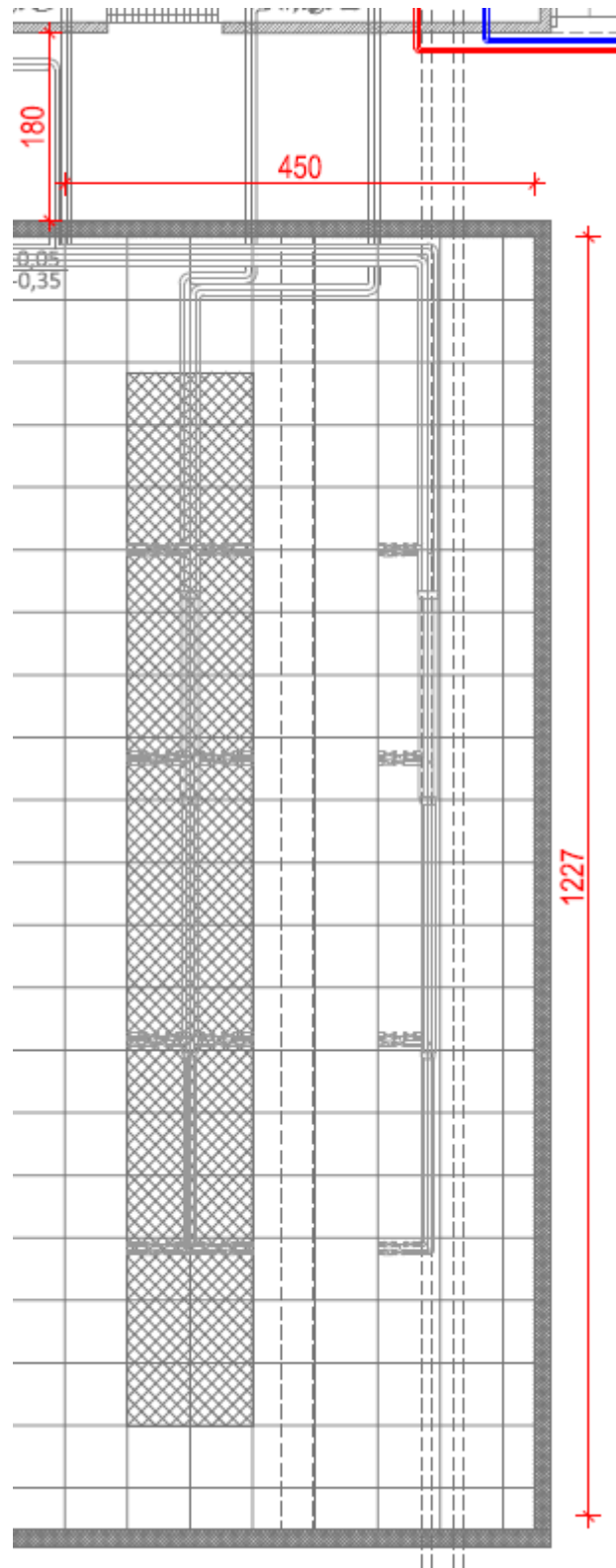


Slika 7: Tlocrtni prikaz instalacijskih kanala izvan objekta i postolja predviđenih za vanjske rashladne jedinice

Ponuditelj na zahtjev može dobiti arhitektonski projekt izgradnje sjedišta ukoliko su potrebne dodatne informacije.

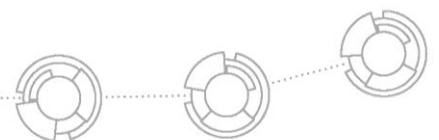
Na slici 8 dan je prikaz prostora namijenjenog za prihvat HPC opreme unutar računalne hale.





Slika 8: Prostor unutar računalne hale predviđen za HPC na površini od 55 m²

Predviđena temperatura zraka u hladnoj zoni računalne hale je od 25 do 32 °C.



11.4 EE

Trafostanica će se instalirati unutar objekta 215 s predajom energije na SN strani U trafostanici ugradit će se dva transformatora nazivnih snaga od 2000 kVA.

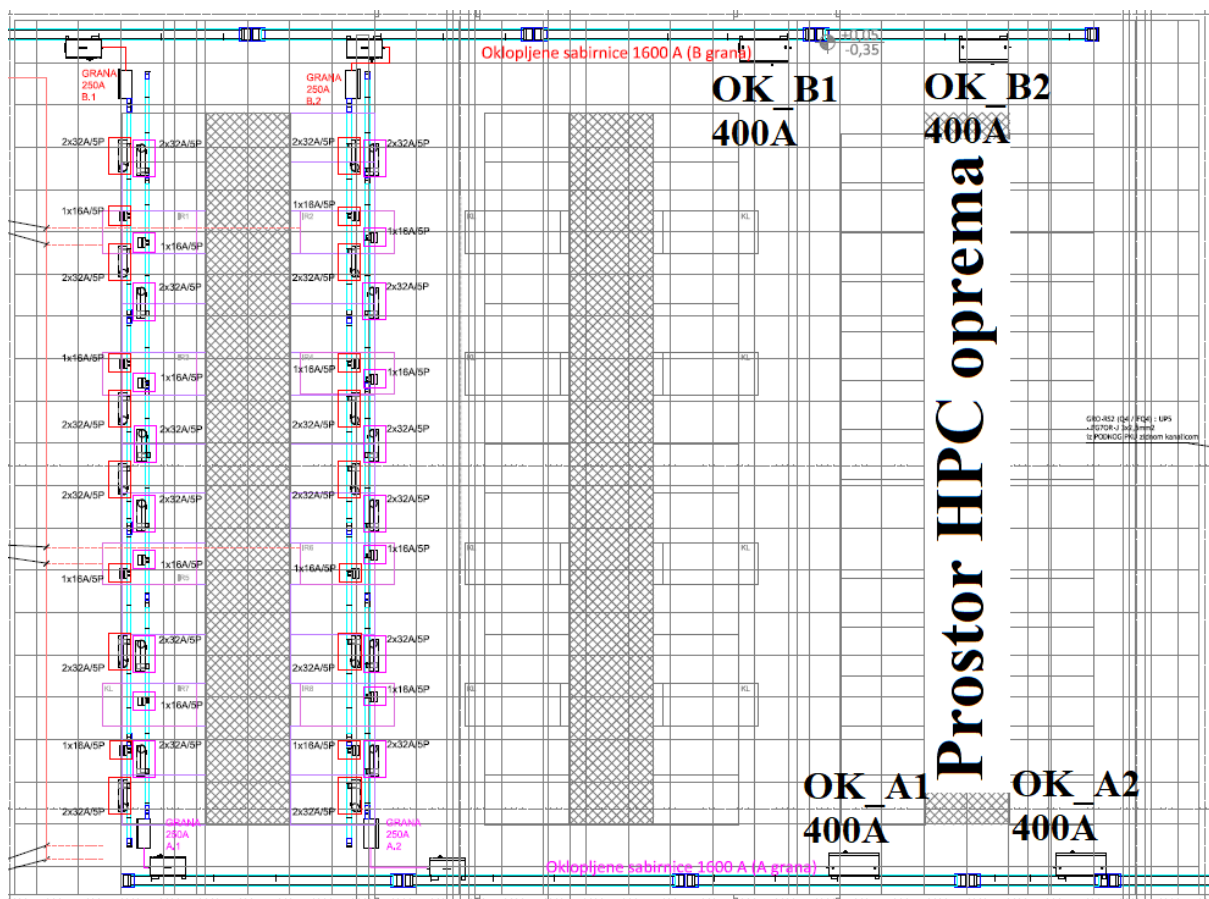
Niskonaponski razvod organizirat će se na A i B granu. A grana napajat će se sa mreže agregatskog postrojenja snage 1250 kVA.

B grana napajat će se preko UPS uređaja snage 750 kVA.

Maksimalna snaga elektroenergetskog priključka za napajanje HPC opreme je 460 kW (u slučaju rasporeda HPC opreme prema slici 9, tj. slaganja opreme u dva reda).

Napajanje HPC opreme u računalnoj hali izvest će se oklopljenim sabirnicama nazivne struje do 1600A koje će se izvesti na konzolama iznad IKT ormara.

Za napajanje HPC opreme ugradit će se dvije „tap-off“ kutije u B grani (OK_B1 i OK_B2) nazivne struje do 400 A i dvije „tap-off“ kutije u A grani nazivne struje do 400A (OK_A1 i OK_A2). „Tap-off“ kutije opremljene su zaštitnim uređajima i industrijskim priključnicama (slika 9).

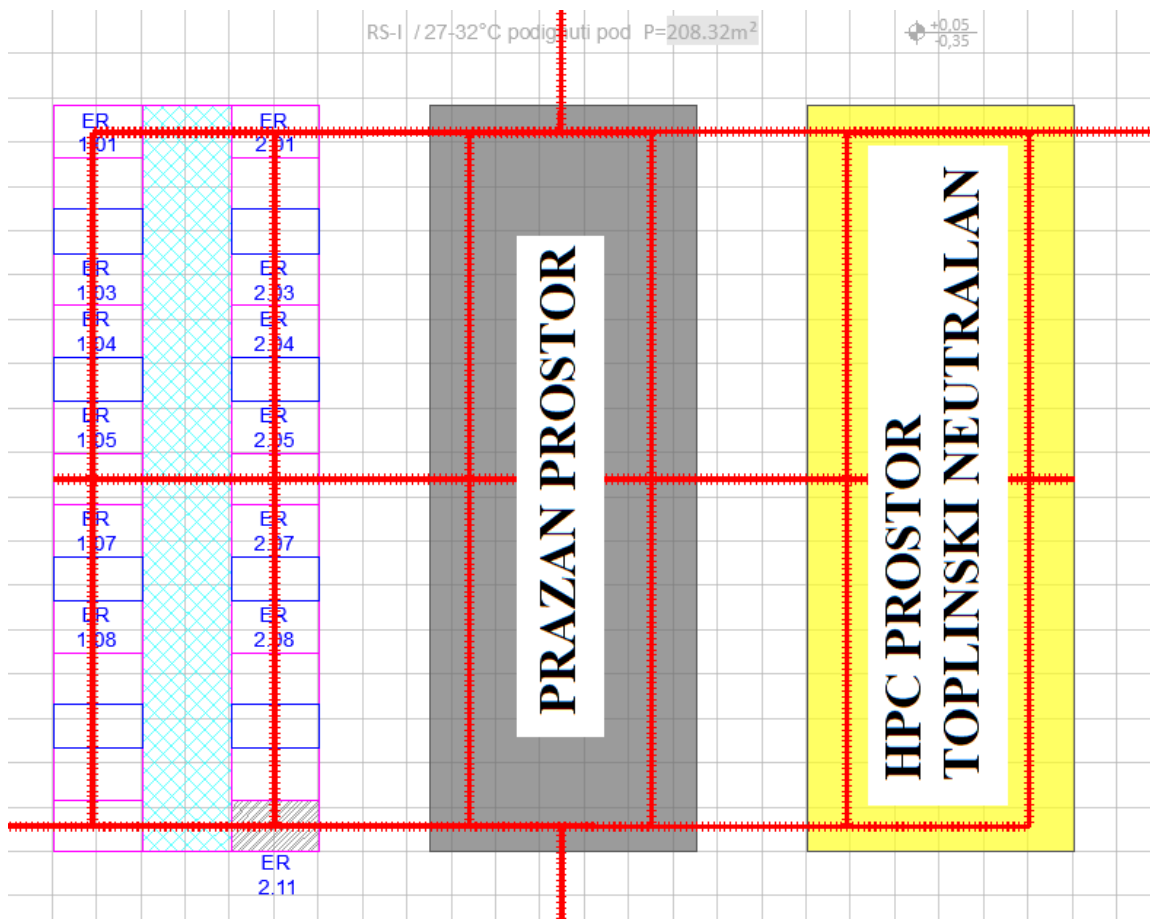


Slika 9: Prostor unutar računalne hale – napajanje

U sklopu ovog natječaja potrebno je izvesti razvod lokalnog napajanja od označenih „tap-off“ kutija do ormara u kojima će se nalaziti HPC oprema uz sve potrebne prilagodbe.

Kabelske trase u hali vodit će se kabelskim kanalima ovješanim na nosačima učvršćenim za strop (slika 10, crvene linije). Kabelski kanali se koriste za strujne i mrežne kablove.





Slika 10: Prostor unutar računalne hale – kabelski kanali

Postoji mogućnost ugrađivanja dijela HPC opreme u postojeći ormar ER 2.11 (osjenčano sivom bojom na slici 10) koji je udaljen od mjesta namijenjenog za ugradnju HPC opreme 10 m (do dijela označenog žutom bojom na slici 10).

Tehničke karakteristike IKT ormara ER 2.11:

- 48U x 750 mm x 1200 mm (V x Š x D), mogućnost ugradnje opreme ukupne maksimalne težine 1500 kg
- samostojeći s obje bočne stranice i podnožjem visine 100 mm ± 25 mm,
- perforirana vrata s prednje strane (jednostruka) i sa stražnje stranice (dvostruka),
- s prednjim i stražnjim nosačima za ugradnju 19" opreme,
- s vertikalnim vodilicama kabela s obje prednje bočne stranice,
- s prostorom za vertikalnu ugradnju jedinica za distribuciju el. energije (PDU).

Napajanje IKT ormara ER 2.11:

- redundantno napajanje strujnim razvodnim letvama za IKT ormare sa monofaznim priključcima i to min. 30 x C13 (10A) priključaka i min. 12 x C19 (16A) priključaka,
- maksimalna dopuštena snaga električnog priključka opreme iznosi 14 kW,
- hlađenje će se izvesti InRow jedinicama a maksimalna disipacija opreme iznosi 14 kW,
- oprema mora biti smještena prema predviđenoj toploj/hladnoj zoni (prednje strane ormara okrenute prema hladnoj zoni a stražnje strane su zatvorene u toploj zoni).



11.5 CSNI

U prvoj fazi projekta Hrvatski znanstveni i obrazovni oblak (HR-ZOO) izvest će se centralni sustav za nadzor infrastrukture (dalje u tekstu CSNI) koji će nadzirati sve komponente tehničkih sustava podatkovnog centra. CSNI će podržavati slijedeće protokole: SNMP v3, Modbus TCP/IP i HTTP.

Centralna CSNI aplikacija omogućavat će grafičku vizualizaciju opreme tehničkih sustava podatkovnog centra pri čemu će se pojedini uređaji tih sustava definirati kao aktivni objekti, te će biti omogućeno upisivanje i praćenje definiranih podataka svakog pojedinog objekta ili uređaja u realnom vremenu.

Aplikacija će sadržavati i sučelje za izradu i podešavanje informacijskih i alarmnih lista i sučelje za izračun i analizu efikasnosti podatkovnog centra (PUE kalkulator).

Aplikacija će omogućavati:

- automatsko otkrivanje opreme s podrškom različitih standardiziranih protokola za automatsku detekciju (npr. SNMP, WMI, SSH i dr.);
- dodjeljivanje oznaka opreme (npr. inventarni brojevi, barkodovi, QR kodovi) za opremu s dodijeljenom IP adresom i opremu koja nema dodijeljenu IP adresu;
- praćenje životnog vijeka opreme od planiranja, nabave, uporabe do uklanjanja i zbrinjavanja kroz unos dodatnih podataka o dostupnoj opremi;
- upravljanje opremom.

U sklopu ove nabave potrebno je povezati u centralni CSNI slijedeće komponente:

- elektroinstalacija (zajedničko ili lokalno mjerenje potrošene električne energije IKT opreme (računalna, spremišna, mrežna) i mjerenje potrošene električne energije HVAC opreme),
- klimatizacije (vanjski rashladnik medija za hlađenje HPC opreme)
- nadzora okoline (nadzor temperature i vlage unutar IKT ormara u koje će se ugrađivati HPC oprema, detekcija curenja rashladnog medija duž trasa svih cjevovoda).

Komponente (oprema) gore navedenih sustava moraju sadržavati sučelje za spajanje na CSNI radi udaljenog nadzora – mrežnu karticu za žični udaljeni nadzor s RJ45 sučeljem 1 Gbit/s te podršku za protokole: HTTP, SNMP ili Modbus TCP/IP.

Ponuditelj je dužan izvršiti spajanje opreme na postojeći Ethernet pristupni preklopnik te u suradnji s Naručiteljem izvršiti unos i povezivanje opreme u centralni CSNI.

