**PROJEKTOVÝ ZÁMER**

(Verzia dokumentu v1.00/04\_2023)

Identifikácia projektu

|  |  |
| --- | --- |
| **Povinná osoba** | *Tu uveďte názov inštitúcie (napr. OVM), ktorá projekt požaduje* |
| **Názov projektu** | **Vybudovanie udržateľného HPC ekosystému na Slovensku** |
| **Zodpovedná osoba za projekt** | *Meno a priezvisko fyzickej osoby, ktorá predloží dokumenty pre prípravnú/ iniciačnú fázu projektu –zamestnanec /Projektový manažér* |
| **Realizátor projektu** | *Tu uveďte názov inštitúcie, v prospech ktorej sa projekt realizuje, môže byť totožná s Oprávnenou osobou (napr. podriadená organizácia)* |
| **Vlastník projektu** | *Meno a priezvisko fyzickej osoby, ktorá zodpovedá za projekt a schvaľuje predložené dokumenty* |

**Schvaľovanie dokumentu**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Položka** | **Meno a priezvisko** | **Organizácia** | **Pracovná pozícia** | **Dátum** | **Podpis**  (alebo elektronický súhlas) |
| Vypracoval |  |  |  |  |  |

Obsah

[1. POPIS ZMIEN DOKUMENTU 2](#_Toc132800172)

[1.1. História zmien 2](#_Toc132800173)

[2. ÚČEL DOKUMENTU, SKRATKY (KONVENCIE) A DEFINÍCIE 2](#_Toc132800174)

[1.2. Použité skratky 2](#_Toc132800175)

[3. DEFINOVANIE PROJEKTU 4](#_Toc132800176)

[3.1. Manažérske zhrnutie 4](#_Toc132800177)

[3.2. Motivácia a rozsah projektu 4](#_Toc132800178)

[3.3. Zainteresované strany/Stakeholderi 5](#_Toc132800179)

[3.4. Ciele projektu a merateľné ukazovatele 5](#_Toc132800180)

[3.5. Špecifikácia potrieb koncového používateľa 7](#_Toc132800181)

[3.6. Riziká a závislosti 8](#_Toc132800182)

[4. ŠPECIFIKÁCIA RIEŠENIA 10](#_Toc132800183)

[5. ROZPOČET A PRÍNOSY 11](#_Toc132800184)

[6. HARMONOGRAM JEDNOTLIVÝCH FÁZ PROJEKTU a METÓDA JEHO RIADENIA 11](#_Toc132800185)

# POPIS ZMIEN DOKUMENTU

# História zmien

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Verzia | Dátum | Zmeny | Meno |
| 1.00 | 19.4.2023 | Prvá verzia dokumentu |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

# ÚČEL DOKUMENTU, SKRATKY (KONVENCIE) A DEFINÍCIE

# Použité skratky

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ID** | **SKRATKA** | **POPIS** |
| 1 | AI | Umelá inteligencia |
| 2 | APDTS | Akčný plán digitálnej transformácie Slovenska 2023 - 2026 |
| 3 | Basic | Základná konfigurácia HPC |
| 4 | CAPEX | Kapitálové náklady |
| 5 | Centrum excelentnosti | Organizácia alebo miesto, ktoré poskytuje vedenie, osvedčené postupy, výskum, podporu alebo školenie pre oblasť zamerania. |
| 6 | Cloud | Servery, ktoré sú sprístupnené cez sieť. |
| 7 | Cloud computing | Umožnenie zariadeniam pristupovať k údajom a cloudovým aplikáciám cez internet vo vzdialených fyzických serveroch, databáz a počítačoch |
| 8 | CoE | Centrum excelentnosti |
| 9 | CPU | Centrálna procesorová jednotka |
| 10 | CSČ SAV | Centrum spoločných činností Slovenskej akadémie vied |
| 11 | Čl. | Článok |
| 12 | DC | Dátové centrum |
| 13 | DPH | Daň z pridanej hodnoty |
| 14 | EuroCC | Projekt, ktorý je tvorený sieťou 33 národných kompetenčných centier pre HPC v Európe. |
| 15 | EuroHPC | Európska organizácia pre vysoko výkonnú výpočtovú techniku |
| 16 | EuroHPC JU | Spoločný Európsky podnik organizácie pre vysoko výkonnú výpočtovú techniku |
| 17 | Exascale | Výpočtová technika s rýchlosťou trilión (1018) operácií za sekundu |
| 18 | FEI TUKE | Fakulta elektrotechniky a informatiky Technickej univerzity Košice |
| 19 | FCHPT STU | Fakulta chemickej a potravinárskej technológie Slovenskej technickej univerzity |
| 20 | FLOPS | Počet operácii pohyblivej radovej čiarky za sekundu |
| 21 | FMFI UK | Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského |
| 22 | FPV UMB | Fakulta prírodných vied Univerzity Mateja Bela |
| 23 | FTE | Ekvivalent plného pracovného úväzku |
| 24 | GPU | Grafická procesorová jednotka |
| 25 | HDP | Hrubý domáci produkt |
| 26 | Housing | Umiestnenia dátového centra do prenajatých priestorov |
| 27 | HPC | Vysokovýkonné výpočty |
| 28 | HPDA | Vysoko výkonné dátové analýzy |
| 29 | HPE | Hewlett Packard Enterprise |
| 30 | HW | Hardware |
| 31 | I4DI | Inovácie pre digitálnu infraštruktúru |
| 32 | I4MS | Inovácie IKT pre výrobné MSP |
| 33 | IKT | Informačné komunikačné technológie |
| 34 | ISV | Nezávislí vývojár softvérových riešení |
| 35 | ISVs | Nezávislí vývojári softvérových riešení |
| 36 | IT | Informačné technológie |
| 37 | IZUM | Ústav informačnej vedy |
| 38 | MH SR | Ministerstvo hospodárstva Slovenskej republiky |
| 39 | MIRRI | Ministerstvo investícií, regionálneho rozvoja a informatizácie Slovenskej republiky |
| 40 | MSP | Malé a stredné podniky |
| 41 | MŠVVaŠ SR | Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky |
| 42 | NIKA | Národná implementačná a koordinačná autorita |
| 43 | NSCC | Národné super počítačové centrum |
| 44 | OPEX | Operačné náklady |
| 45 | OVM | Orgán verejnej moci |
| 46 | PB | Petabyte |
| 47 | PetaSC | PetaSC Bulgaria je právne konzorcium spájajúce znalosti organizácií v oblasti HPC |
| 48 | Petascale | Výpočtová technika s rýchlosťou biliardu (1015) operácií za sekundu |
| 49 | Petlaflop | biliarda (1015) operácii pohyblivej radovej čiarky za sekundu |
| 50 | PFLOPS | Biliardu operácii pohyblivej radovej čiarky za sekundu (1015) |
| 51 | POO | Plán obnovy a odolnosti |
| 52 | PUE | Efektívnosť využitia energie |
| 53 | Rmax | Maximálny dosiahnutý výkon |
| 54 | SAV | Slovenská akadémia vied |
| 55 | SHMÚ | Slovenský hydrometeorologický úrad |
| 56 | SIVVP | Iniciatíva znovu naštartovanie vedeckého vysoko výkonného počítania na Slovensku |
| 57 | SLA | Dohoda o úrovni poskytovaných služieb |
| 58 | SR | Slovenská republika |
| 59 | STU | Slovenská technická univerzita |
| 60 | SW | Softvér |
| 61 | ŠR | Štátny rozpočet |
| 62 | TB | Terabajt |
| 63 | TCO | Celkové náklady na vlastníctvo |
| 64 | TFLOPS | Bilión operácii pohyblivej radovej čiarky za sekundu (1012) |
| 65 | ÚEF SAV | Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied |
| 66 | UK | Univerzita Komenského |
| 67 | UMB | Univerzita Mateja Bela |
| 68 | UPJŠ | Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach |
| 69 | USD | Americký dolár |
| 70 | ÚV SR | Úrad vlády Slovenskej republiky |
| 71 | ÚVO | Úrad pre verejné obstarávanie |
| 72 | VAIA | Výskumná a inovačná autorita |
| 73 | VaV | Výskum a vývoj |
| 74 | VO | Verejné obstarávanie |
| 75 | VS SAV | Výpočtové stredisko Slovenskej akadémie vied |

# 

# DEFINOVANIE PROJEKTU

# Manažérske zhrnutie

Projekt „Vybudovanie udržateľného HPC ekosystému na Slovensku“ je súčasťou slovenského Plánu obnovy a odolnosti (POO) a jeho cieľom je obstaranie vysokovýkonnej výpočtovej infraštruktúry (HPC = high performance computing), teda superpočítača, ako aj podpora adopcie HPC technológií. Tento projektový zámer definuje parametre HPC systému, udržateľnosť jeho prevádzky a úlohy súvisiace s rozvojom ekosystému, pričom vychádza a spresňuje závery z publikovanej [Štúdie uskutočniteľnosti](https://www.mirri.gov.sk/wp-content/uploads/2022/12/ŠÚ-HPC-final-2022-11-30.pdf).

Zámer vychádza z podmienok a cieľov zakotvených v POO, ale aj z opatrení APDTS a ucelene adresuje potrebu zvyšovania pokročilých digitálnych kompetencií založených na HPC+ technológiách ako AI, HPDA a pokročilé simulácie a to naprieč akademickým, verejným a súkromným sektorom v snahe priniesť pozitívne ekonomicko-spoločenské dopady. Dizajn samotného HPC systému vychádza z nutnosti zabezpečenia dlhodobej udržateľnosti a požiadaviek používateľov, ako aj zo súčasných trendov v oblasti vysokovýkonného počítania. Projektový zámer popisuje konkrétnu podobu realizácie investície, mitigáciu identifikovaných rizík, harmonogram a plán jej dlhodobej udržateľnosti.

# Motivácia a rozsah projektu

Vysokovýkonné výpočtové systémy (HPC) sú v súčasnosti považované za kľúčovú technológiu pre základný a aplikovaný výskum v mnohých vedeckých disciplínach a priemyselných odvetviach. Superpočítače sú kritickým nástrojom, ktorý sa čoraz častejšie uplatňuje pri riešení zložitých výziev a ich premenu na príležitosť vytvárať inovácie. Nástroje ako je umelá inteligencia, spracovanie veľkých objemov dát alebo pokročilé simulácie rôznych javov a procesov sú do veľkej miery závislé od dostupnej výpočtovej kapacity. Bežne sa používajú v oblastiach ako meteorológia, klimatológia, medicína, farmaceutický dizajn, materiálový dizajn a ďalšie domény neustále pribúdajú s vývojom nových aplikácií (určených napríklad pre exascale infraštruktúry), rozvojom AI a tiež s rastom výkonu HPC infraštruktúr.

Keďže projekt je zameraný na rozvoj národnej HPC kapacity z verejných zdrojov, očakávajú sa prínosy pre slovenskú vedu, spoločnosť a ekonomiku krajiny. Je to príležitosť zvýšiť na Slovensku znalosti a zručnosti v HPC a súvisiacich technológiách (AI/ML, HPDA, pokročilé simulácie) a docieliť, aby firmy používali viac digitálnych riešení založených na HPC, aby sme dokázali vychovať odborníkov a udržať talenty, aby slovenskí vedci a výskumníci mohli byť rovnocennými partnermi svojim európskym kolegom pri riešení komplexných problémov v rôznych odboroch.

Budovanie vlastnej centralizovanej výpočtovej infraštruktúry je dôležité pre podporu slovenského výskumu a vývoja. Menšie HPC systémy, ktoré prevádzkujú jednotlivé vedecké pracoviská, zďaleka nepostačujú pre náročnejšie projekty a aplikácie. Hoci slovenskí vedci majú možnosť žiadať prístup aj k zahraničnej infraštruktúre, tieto príležitosti sú časovo a kapacitne obmedzené a tiež je náročnejšie ich získať. Je preto takmer nemožné udržať domáci výskum závislý na HPC na úrovni zodpovedajúcej aktuálnej svetovej či európskej úrovni. Pre slovenský súkromný sektor sú možnosti prístupu k takejto infraštruktúre, navyše s portfóliom podporných služieb, neoceniteľné pri zavádzaní inovatívnych digitálnych riešení.

V oblasti vzdelávania je „hands-on“ skúsenosť so správou a manažmentom HPC systémov veľmi dôležitá a vlastná infraštruktúra pomôže vychovávať nových odborníkov nielen v jednotlivých aplikačných oblastiach, ale aj v technických smeroch zameraných na prácu s technológiami.

Vybudovanie takejto infraštruktúry Slovensku tiež zabezpečí možnosť zúčastniť sa medzinárodných aktivít a aktívne sa zapájať do činnosti medzinárodných organizácií, ktorých je členom – PRACE a EuroHPC JU.

# Zainteresované strany/Stakeholderi

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **ID** | **AKTÉR / STAKEHOLDER** | **SUBJEKT**  (názov / skratka) | **ROLA**  **(vlastník procesu/ vlastník dát/zákazník/ užívateľ …. člen tímu atď.)** | **Informačný systém**  (názov ISVS a MetaIS kód) |
| 1. | Ministerstvo investícií, regionálneho rozvoja a informatizácie SR | MIRRI SR | Vykonávateľ opatrenia | N/A |
| 2. | Národné Superpočítačové Centrum, z. z. p. o. | NSCC | Prijímateľ, realizátor projektu, budúci prevádzkovateľ a HPC centrum | N/A |

# Ciele projektu a merateľné ukazovatele

Cieľom projektu je primárne obstaranie s sprevádzkovanie verejne prístupnej národnej vysokovýkonnej výpočtovej infraštruktúry, ktorá bude slúžiť nielen akademickej obci, ale aj inštitúciám verejnej a štátnej správy, ako aj súkromnému výskumu a vývoju. Ďalším cieľom je aktívna podpora adopcie riešení založených na HPC, teda rozvoj HPC ekosystému.

V rámci POO je tento projekt zaradený v komponente 17, investícia 3. Kvalitatívny ukazovateľ tohto projektu je „Uvedenie superpočítača do prevádzky a predloženie odovzdávacieho listu“ a termín splnenia míľnika je štvrtý štvrťrok 2025. Táto investícia je zároveň naviazaná na vybrané opatrenia APDTS. Z týchto opatrení a konkrétnych podmienok POO vyplývajú nasledovné ciele projektu:

1. Energetická účinnosť: ambícia umiestniť sa v prvej desiatke svetového rebríčka energeticky účinných superpočítačov „Green 500“ .
2. Použitie podporných zelených technológií, ktoré prispejú k minimalizácii energetických nárokov na jeho prevádzku.
3. Účasť v EuroHPC: poskytovať výpočtový výkon v rámci Spoločného podniku pre európsku vysokovýkonnú výpočtovú techniku (EuroHPC) pre záujemcov zo zúčastnených štátov.
4. Vybudovanie univerzitných špecializovaných centier zameraných na rôzne oblasti VaV opierajúce sa o HPC – centrá excelentnosti v HPC. (APDTS Opatrenie 2.2.2.4)
5. Vybudovanie siete sprostredkovateľov služieb HPC. (APDTS Opatrenie 2.2.3.5)

Dlhodobým cieľom SR v oblasti rozvoja HPC by mali byť nasledovné strategické priority s uvedenými predpokladmi pre ich dosiahnutie:

Stabilita rozvoja - dlhodobá udržateľnosť prevádzky:

* Zminimalizujeme prevádzkové náklady (kompromis medzi výkonom a spotrebou, používanie OZE)
* Pokryjeme dlhodobé náklady na prevádzku (infraštruktúra, personál) mimo ŠR resp. verejných zdrojov
* Budeme financovať pravidelný upgrade infraštruktúry zo ŠR resp. verejných zdrojov

Rastúca adopcia HPC technológií ako nástroja pokročilej digitalizácie:

* Vybudujeme robustný HPC ekosystém
* Zostavíme a udržíme silný tím expertnej podpory používateľov
* Vytvoríme kapacity na rozvoj HPC v SR (osveta, marketing, produktový manažment v rámci NSCC)
* Vybudujeme výkonnú sieť sprostredkovateľov (napr. ECDI, univerzity)

Aktívna rola akademickej obce na digitálnej transformácii:

* Zjednotíme akademickú obec k spolupráci
* Podporíme vznik HPC sprostredkovateľov na univerzitách (Centers of Excellence)
* Podporíme vznik nových študijných odborov (s priamou väzbou na HPC)
* Podporíme vývoj aplikačného softvéru na univerzitách

Podpora MSP v adopcii HPC:

* Rozbehneme osvetovú činnosť (propagácia, inkubátory...)
* Zabezpečíme synergiu s fin. schémami MH SR na podporu využitia HPC pre malé a stredné podniky (MSP)

Staneme sa rovnocenným partnerom v regióne a európskom HPC ekosystéme:

* Povedieme regionálne podporné programy a aktivity (osveta, vzdelávanie, podpora)

**Ciele/Merateľné ukazovatele**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **CIEĽ** | **NÁZOV MERATEĽNÉHO A VÝKONNOSTNÉHO UKAZOVATEĽA (KPI)** | **POPIS UKAZOVATEĽA** | **TO BE  MERATEĽNÉ VÝKONNOSTNÉ HODNTOY** (cieľové hodnoty projektu) | **SPÔSOB ICH MERANIA/**  **OVERENIA  PO NASADENÍ** (overenie naplnenie cieľa) |
| Inštalácia a sprevádzkovanie národnej infraštruktúry HPC a jej súčastí | Výpočtový výkon národnej infraštruktúry HPC | Výpočtový výkon | Q4/25 - 50 PFlop/s | LINPACK bencharking SW |
| Ambícia umiestniť sa v prvej desiatke rebríčka Green 500 | Poradie Green 500 | Energetická efektívnosť HPC systému alebo jeho časti | 1-10 miesto v Green 500 (resp. porovnateľná energetická efektívnosť) | Prvý zverejnený rebríček Green 500 po spustení systému. |
| Minimalizácia energetických nárokov na prevádzku | PUE | Energetická efektívnosť HPC datacentra | 1.1 | Merania NSCC ako prevádzkovateľa datacentra a HPC infraštruktúry |
| Podporné služby prístupu k HPC pre používateľov  (APDTS Opatrenie 2.2.1.3) | Výzvy pre prístup k vysokovýkonným výpočtovým prostriedkom | Rozvinuté a široko dostupné služby prístupu k výpočtovým prostriedkom prostredníctvom Národného superpočítačového centra | 2026 – min 2. všeobecné výzvy pre projektový prístup v gescii NSCC | Interná databáza NSCC ako prevádzkovateľa HPC |
| Aktívne univerzitné špecializované centrá zamerané na rôzne oblasti VaV opierajúce sa o HPC – centrá excelentnosti v HPC  (APDTS Opatrenie 2.2.2.4) | Špecializované VaV centrá | Založenie špecializovaných VaV centier na univerzitách zameraných na jednotlivé aplikačné domény využívajúce HPC, vychádzajúce z prioritných oblastí pre inteligentnú špecializáciu. Tieto výpočtové centrá budú úzko spolupracovať s NSCC a budú ponúkať vysoko špecializované riešenia najmä pre akademické využitie, ale aj s presahom na služby pre iných používateľov, ktorí využijú expertízu v oblasti HPC. Zároveň budú mať ambíciu stať sa európskymi Centrami excelentnosti v HPC alebo byť súčasťou takýchto centier v programe Digitálna Európa. | 2026 – spolu 5 centier | Databáza NSCC ako koordinátora centier |
| Sieť sprostredkovateľov HPC služieb  (APDTS Opatrenie 2.2.3.5) | Sprostredkované kolaboratívne projekty | Hoci národná HPC infraštruktúra bude prístupná používateľom naprieč sektormi a regiónmi, lokálne sprostredkovanie podporných nástrojov a odborného poradenstva môže byť významným faktorom pri rozvoji HPC ekosystému na Slovensku. Sieť ECDI, regionálne inovačné centrá a univerzitné centrá výskumu a vývoja v HPC sa javia ako najvhodnejšie platformy na takúto regionálnu podporu, ktorá bude cielene koordinovaná NSCC. | 2026 – 20 sprostredkovaných kolaboratívnych projektov | Databáza NSCC ako koordinátora opatrenia. |

# Špecifikácia potrieb koncového používateľa

Prieskum aktuálnych a budúcich potrieb HPC používateľov na Slovensku bol vykonaný pod záštitou CSČ SAV. Respondenti uviedli pracovisko, charakter výpočtových úloh, aktuálne a budúce požiadavky na výpočtovú kapacitu, úložisko a ďalšie parametre. Respondenti avizovali nasledujúci dopyt po službách HPC, viď nasledovná tabuľka:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Pracovisko** | **Predmet výskumu** | **Súčasná požiadavka (core-hours na projekt)** | **Horizont 5 rokov  (core-hours na projekt)** | |
| Prírodovedecká fakulta Univerzita Komenského | Materiálová veda | > 10 000 000 | | 10 000 000 |
| Fakulta prírodných vied Univerzita Mateja Bela | Teoretická a počítačová chémia | > 10 000 000 | | 10 000 000 |
| Kvantová chémia | 1 000 000 - 10 000 000 | | 50 000 000 |
| Fakulta chemickej a potravinárskej technológie Slovenská technická univerzita | Chémia | > 10 000 000 | | 50 000 000 |
| Ústav anorganickej chémie, SAV | Kvantová chémia | > 10 000 000 | | 20 000 000 |
| Ústav informatiky, SAV | Materiálová veda | 1 000 000 - 10 000 000 | | 40 000 000 |
| Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzita Komenského | Fyzika kondenzovaných látok | 1 000 000 - 10 000 000 | | 10 000 000 |
| Ústav anorganickej chémie, SAV | Pokročilé materiály | 1 000 000 - 10 000 000 | | 10 000 000 |
| Neuroimunologický ústav, SAV | Biofyzika, štruktúrna biológia, proteínová chémia | 1 000 000 - 10 000 000 | | 1 900 000 |
| Ústav fyzikálnych vied, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika | Astrofyzika | 100 000 - 1 000 000 | | 10 000 000 |
| Fyzikálny ústav, SAV | Materiálové vedy | 1 000 000 - 10 000 000 | | 10 000 000 |
| Ústav polymérov, SAV | Chémia | 1 000 000 - 10 000 000 | | 1 000 000 - 10 000 000 |
| Prírodovedecká fakulta Univerzita Komenského | Kvantová chémia | < 100 000 | | < 100 000 |
| Fakulta elektrotechniky a informatiky Technická univerzita v Košiciach | Spracovanie reči a jazyka | < 100 000 | | 100 000 - 1 000 000 |
| Prírodovedecká fakulta Univerzita Komenského | Materiálová chémia | 100 000 - 1 000 000 | | 100 000 - 1 000 000 |
| Ústav vied o Zemi, SAV | Geofyzika | 100 000 - 1 000 000 | | 100 000 - 1 000 000 |
| Ústav experimentálnej fyziky SAV Košice | Časticová fyzika | 100 000 - 1 000 000 | | 100 000 - 1 000 000 |
| Chemický ústav, SAV | Výpočtová chémia, proteomika, biofyzika, molekulová biológia | 100 000 - 1 000 000 | | 100 000 - 1 000 000 |
| Prírodovedecká fakulta Univerzita Komenského | Teoretická a počítačová chémia | 100 000 - 1 000 000 | | 100 000 - 1 000 000 |
| Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzita Komenského | Počítačové videnie | < 100 000 | | < 100 000 |
| Fakulta chemickej a potravinárskej technológie Slovenská technická univerzita | Počítačová chémia | 100 000 - 1 000 000 | | 100 000 - 1 000 000 |
| spoločnosť Geodeticca Vision | Zber, spracovanie, analýza a publikovanie veľkých geopriestorových dát | < 100 000 | | 100 000 - 1 000 000 |
| Elektrotechnický ústav, SAV | Superconducting electric power devices | < 100 000 | | < 100 000 |
| Inštitút finančnej politiky, Ministerstvo financií SR | Ekonómia | < 100 000 | | < 100 000 |

**Tabuľka1:** Zhrnutie požiadavky na výskumné projekty oslovených súčasných používateľov HPC.

V priebehu októbra 2022 prebehol opakovaný prieskum u používateľov HPC, ktorého cieľom bolo spresniť predpokladaný rozsah dopytu a získať podrobnejšie informácie o plánovaných výskumných projektoch, ktoré budú využívať služby HPC. Získané informácie z oboch prieskumov sú podrobne popísané v prílohe 9.1 Prieskum požiadaviek na výkon/kapacity HPC v [Štúdii uskutočniteľnosti](https://www.mirri.gov.sk/wp-content/uploads/2022/12/ŠÚ-HPC-final-2022-11-30.pdf). Bližšie informácie boli zisťované len pre skupiny s požiadavkou v intervale 1 – 10 miliónov jadrohodín a nad 10 jadrohodín.

Z dotazníkového prieskumu vyplýva požiadavka na systém, ktorý bude mať približne 57 000 CPU jadier. Hodnota bola získaná prepočtom požiadavky v jadrohodinách na počet jadier za predpokladu realizácie dvoch projektov ročne.

Údaje získané z oboch prieskumov je nutné považovať za odhad spodnej hranice cieľového výkonu/konfigurácie plánovaného národného HPC systému a to z dvoch dôvodov:

* Dotazník vyplnila len časť oslovených respondentov a prieskum sa realizoval len na malej vzorke potenciálnych používateľov.
* Celonárodne očakávame nárast dopytu, ktorý je momentálne čiastočne saturovaný zahraničnými kapacitami a dosluhujúcimi systémami SIVVP. Očakáva sa aj nárast dopytu po prístupe k akcelerovanému modulu v súvislosti s rozmachom AI technológií a tiež jeho zvyšovanie v dôsledku aktivít zameraných na rozvoj ekosystému a onboarding nových používateľov.

Po dokončení ŠU zaslal svoje požiadavky na výpočtové kapacity aj Slovenský hydrometeorologický ústav a tie predstavujú dedikovaný prístup 24/7 k vyše 100 000 CPU jadrám, čo vysoko prevyšuje projektovanú veľkosť systému. Aj so zohľadnením využitia len na príležitostné výskumné a testovacie projekty a nie na operatívnu predpoveď, resp. nowcasting táto požiadavka ilustruje, že dopyt ako ho definujú výsledky dotazníka je skôr podhodnotený a očakáva sa plné a efektívne využitie všetkých dostupných kapacít.

Overovanie údajov uvedených respondentmi dotazníka v súvislosti s realizáciou výskumných projektov v minulosti nepovažujeme za relevantné, keďže s rýchlym vývojom HPC aplikácií a technológií sa nedajú použiť pre definíciu požadovanej výpočtovej kapacity v čase plánovaného spustenia predmetnej infraštruktúry.

Výpočtová kapacita bude všetkým projektom (okrem komerčných) prideľovaná na základe nezávislého a transparentného peer-review procesu, pričom sa budú hodnotiť kritériá ako vedecká excelentnosť, metódy a state-of-the-art, inovatívnosť, spoločensko-ekonomické prínosy (všeobecne, bez kvantifikácie) a aj technické kritériá, teda paralelizácia a škálovateľnosť zvolených metód a primeranosť požiadavky na výpočtovú kapacitu.

Zohľadnenie aktuálne dostupne výpočtovej kapacity pre slovenských používateľov pri určení cieľovej veľkosti systému je definované nasledovne:

Devana – v Q2/2023 bude sprístupnená kapacita nového HPC systému Devana s výkonom približne 800 TFlop/s. Pri predpokladanom štandardnom životnom cykle 5 rokov dôjde k vypnutiu približne v H1/2028. Životné cykly predmetnej infraštruktúry (2026 – 2031) a systému Devana sa teda budú čiastočne prekrývať, čo je príkladom dobrej praxe aj v zahraničí. Zároveň výpočtová kapacity Devany predstavuje len 1.6 % z plánovaného výkonu obstarávaného systému 50 PFlop/s.

Leonardo – Slovensko je súčasťou konzorcia Leonardo, v rámci ktorého bol v Q4/2022 spustený do prevádzky jeden z najvýkonnejších superpočítačov na svete – Leonardo (250 PFlop/s). Slovenskí používatelia preto budú mať k dispozícii výpočtovú kapacitu približne 56 765 GPU nód-hodín a 25 229 CPU nód-hodín ročne za podmienky, že slovenská strana poskytne 2 FTE pre prácu v tíme pokročilej podpory používateľom. (Pre ilustráciu táto kapacita zodpovedá ročnému poskytnutiu necelých 2 nódov zo 150 projektovaných pre nový systém – 1.3 % a 26 akcelerátorov z projektovaných 1200 - 2%). Tieto personálne kapacity poskytuje VS SAV, pričom bude mať v kompetencii aj prerozdelenie získanej kapacity. Uvedená kapacita je oproti kapacite plánovanej v rámci tohto projektu zanedbateľná a podobne ako kapacita systému Devana nemá vplyv na dimenzovanie cieľovej veľkosti obstarávaného systému.

# Riziká a závislosti

Nižšie v tabuľke sú zhrnuté doposiaľ identifikované riziká pre projekt, spolu s ich hodnotením a návrhom opatrení na ich predchádzanie.

V nasledujúcej tabuľke:

* IKT/DC znamená, že riziko sa týka HPC infraštruktúry (teda IKT) a/alebo DC.
* Variant špecifikuje rozsah rizika
* Z je závažnosť rizika (1 = nízka, 2 = stredná, 3 = vysoká)
* P je pravdepodobnosť výskytu rizika (1 = nízka, 2 = stredná, 3 = vysoká)
* H je hodnotenie rizika vypočítané ako 2 x Z + P

| ID | IKT/DC | Variant | Popis rizika | Z | P | H | Dopad | Mitigácia |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | IKT/DC | Všeobecné | Oneskorenie harmonogramu z dôvodu trvania procesov VO | 3 | 1 | 7 | Nesplnenie míľnikov v POO | Včasné začatie projektu a procesov VO |
| 2 | IKT/DC | Všeobecné | Oneskorenie harmonogramu z dôvodu prieťahov vo VO | 3 | 2 | 8 | Nesplnenie míľnikov v POO | Predchádzanie námietkam počas VO transparentnosťou celého procesu VO vrátane využitia predbežných trhových konzultácií Dôsledne a kvalitne pripravené súťažné podklady |
| 3 | DC | Všeobecné | Nedostatočný disponibilný príkon DC v čase inštalácie | 1 | 1 | 3 | Nemožnosť dosiahnuť plný výkon IKT | Včasný inžiniersky prieskum vybranej lokality Včasné rokovania s distribútorom a získanie záväzného vyjadrenia |
| 4 | IKT/DC | Všeobecné | Neprimeraný nárast cien elektriny | 2 | 3 | 7 | Výrazné zvýšenie prevádzkových nákladov | Čiastočná mitigácia  - inštalácia OZE (fotovoltaika a pod.) - kompenzácia príjmami za dodávky odpadového tepla |
| 5 | IKT/DC | Všeobecné | Nedostupnosť financovania prevádzky po skončení POO | 2 | 2 | 6 | Porušenie požiadavky na udržateľnosť Reputačné riziko | Trvalý proaktívny stakeholder management, napr.  - získanie súhlasu MF SR s rozpočtom projektu pre obdobia po skončení POO  - včasné priebežné potvrdzovanie alokácie na jednotlivé roky,  - získanie podpory iných rezortov Aktívna externá komunikácia pozitívnych prínosov projektu pre ekonomiku Aktívne vyhľadávanie a využitie ďalších EU zdrojov |
| 6 | IKT/DC | Všeobecné | Prieťahy resp. výpadky v dodávateľských reťazcoch (IKT, stavebný materiál) | 3 | 2 | 8 | Nesplnenie míľnikov v POO Nesplnenie požiadaviek na kvalitu | Skoré začatie VO Dôsledný investorský dozor a PM |
| 7 | DC | Prenájom | Zvýšené náklady na prevádzku oproti ostatným variantom DC | 2 | 2 | 6 | Nedostupnosť financovania prevádzky po skončení POO | Kombinácia tohto variantu s kúpou DC pred skončením POO. De-prioritizácia tohto variantu Ďalšie pozri č. 6 |
| 8 | DC | Rekonštrukcia | Oneskorenie stavebných prác z dôvodu prieťahov v stavebnom konaní | 3 | 2 | 8 | Nesplnenie míľnikov v POO | Predchádzanie prieťahom v stavebnom konaní včasným vykonaním inžinierskeho prieskumu Čiastočná eliminácia stavebného konania (výber variantu, kde nie je potrebné) |
| 9 | DC | Rekonštrukcia | Oneskorenie stavebných prác z organizačných dôvodov | 3 | 1 | 7 | Nesplnenie míľnikov v POO | Dôsledný investorský dohľad / PM Zabezpečiť dostatočnú expertízu na strane investora Zabezpečiť súčinnosť vlastníka objektu |

**Tabuľka 2:** Riziká a závislosti

# ŠPECIFIKÁCIA RIEŠENIA

Vstupným parametrom pre určenie špecifikácie konfigurácie HPC infraštruktúry je jednak predpokladaný dopyt po službách HPC a aj nutnosť splnenia cieľov investície ako sú definované v POO. Z uvedených podmienok vyplýva, že výsledná konfigurácia IKT má mať výkon približne 50 PFlop/s. Jedinou alternatívou realizácie vzhľadom na časové riziko je modifikovaný scenár „basic“ zo ŠU.

Zrevidovaný model v Tabuľke 3 počíta s mid-range HPC systémom s výkonom cca 50 PFlop/s a s dostatočne robustnou akcelerovanou partíciou a využitím zelených technológií pre splnenie cieľa „Vybudovanie energeticky efektívneho superpočítačového systému s ambíciou umiestniť sa v prvej desiatke svetového rebríčka Green 500.“

|  |  |
| --- | --- |
| **Revidovaný návrh HPC systému:** | |
| Počet CPU uzlov | 150 |
| Počet FAT uzlov | 50 |
| Počet GPU uzlov | 150 |
| Počet jadier | 67200 |
| Počet akcelerátorov | 1200 |
| Výpočtový výkon | **50 PFlop/s** |
| Príkon | 655,7 kW |

**Tabuľka 3:** Navrhované vstupné parametre projektu

Návrh prevádzkového modelu projektu Budovanie udržateľného HPC ekosystému na Slovensku po dobu udržateľnosti projektu (do roku 2031).

Podmienkou EK pri investíciách POO je zabezpečenie udržateľnosti míľnika počas piatich rokov od poslednej platby súvisiacej s ním. Nákup HPC infraštruktúry je spojený s pomerne vysokými nákladmi na jej prevádzku, preto navrhujeme nasledovný model rozdelenia investície:

* Zníženie kapitálových výdavkov tak, aby výška investície pokrývala aj prevádzkové náklady po dobu udržateľnosti projektu (zvyčajne 5 rokov) pri súčasnom splnení cieľov a míľnikov investície.
* Pri splnení míľnika sa predpokladá platba zo strany EK v plnej výške 70 M EUR, pričom neminuté prostriedky sa použijú na zabezpečenie budúcej prevádzky pomocou mechanizmu navrhnutým VAIA pre udržateľnosť systémových VVI infraštruktúr v SR (viď. Príloha 2).
* Okrem samotnej prevádzky navrhovaný mechanizmus umožňuje aj financovanie aktivít na podporu HPC ekosystému.

Harmonogram na Obrázku 1 predpokladá posunutie míľnika v súlade s navrhovanou aktualizáciou POO. V súčasnosti už nie je reálne predpokladať dodanie a akceptáciu obstaraného superpočítačového riešenia do konca roka 2024.



**Obrázok 1:** Schéma rozdelenia CAPEX a OPEX výdavkov pre zabezpečenie udržateľnosti projektu s využitím stabilizačného mechanizmu.

Predpokladá sa tiež komerčný predaj výpočtovej kapacity v zmysle pravidiel štátnej pomoci a tým zníženie potreby externých zdrojov pre potreby prevádzky. Miera komercionalizácie je však obmedzená na 20%, pričom samotný dopyt na trhu je omnoho nižší. Predpokladá sa, že aktivity rozvíjajúce ekosystém významnou mierou dopyt zvýšia. Pre účely finančného modelu v Kapitole 5 počítame s predajom 3% celkovej kapacity.

Umiestnenie a housing HPC systému bude predmetom analýzy v rámci realizácie projektu. Lokalitu je potrebné určiť pred začiatkom procesu VO. V nasledujúcej kapitole 5 sa počíta s nákladmi na kontajnerové riešenie datacentra, do úvahy pripadá aj využitie existujúceho datacentra v prípade vysokého stupňa pripravenosti pre inštaláciu.

Projektový tím sa opiera o kombináciu interných kapacít NSCC, expertízy jednotlivých členov združenia a externých kapacít.

# ROZPOČET A PRÍNOSY

V Tabuľke 4 je uvedený zjednodušený finančný model s odhadom nákladov a príjmov v rámci navrhovaného biznis modelu. V ňom predpokladáme obdobie udržateľnosti do konca roku 2031. Model zahŕňa zníženie nákladov využitím fotovoltaiky, predaja výpočtovej kapacity a príjmami zo synergických projektov (EuroCC 2).

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  | | **Príprava a implementácia** | | **Obdobie udržateľnosti** |
| **Kapitola** | **Podkapitola** | | **2022 - 2024** | | **2025** | **2026 - 2031** |
| **Investičné náklady** | Hardvér | |  | | 28 050 000,00 € |  |
|  | Softvér | |  | |  | 138 000,00 € |
|  | Housing | |  | | 7 800 000,00 € |  |
|  | Fotovoltika | |  | | 799 551,95 € |  |
|  | **Total CAPEX** | | **0,00 €** | | **36 649 551,95 €** | **138 000,00 €** |
| **Prevádzkové náklady** | Personál ekosystém | | 1 157 538,97 € | | 604 942,41 € | 4 030 405,92 € |
|  | Personál devops | | 1 036 752,77 € | | 483 953,93 € | 3 224 324,74 € |
|  | Ekosystém mimo NSCC | | 708 000,00 € | | 750 000,00 € | 5 940 000,00 € |
|  | Prevádzka HW | |  | | 758 199,02 € | 13 647 582,43 € |
|  | Údržba HW, SW a housingu | |  | | 140 250,00 € | 3 777 300,00 € |
|  | Projektové náklady | | 313 071,60€ | |  |  |
|  | **TOTAL OPEX** | | **3 215 363,34 €** | | **2 597 095,36 €** | **30 619 613,09 €** |
| **Redukcia nákladov** | EuroCC | | 1 333 334,00 € | | 666 666,00 € |  |
|  | Predaj služieb | |  | |  | 5 175 034,27 € |
|  | Výroba EE | |  | |  | 1 026 162,51 € |
|  | **TOTAL Reduction** | | **1 333 332,00 €** | | **666 666,00 €** | **6 201 196,78 €** |
| **TCO** |  | | **1 882 029,34 €** | | **38 717 981,31 €** | **24 418 416,31 €** |

**Tabuľka 4:** Zjednodušený finančný model projektu so zahrnutím obdobia udržateľnosti.

Navrhovaný model je možné (a aj nutné) ďalej optimalizovať, základným predpokladom udržateľnosti je však úspora zdrojov z plánovanej investície za súčasného naplnenia cieľov a míľnikov. Rozdiel medzi predpokladaným TCO a plánovanou výškou investície poskytuje priestor na kompenzáciu prípadného zvýšenia cien, resp. na intenzívnejšiu podporu ekosystému na Slovensku.

Samotné nastavenie činnosti stabilizačného mechanizmu predpokladá schválenie Vládou SR. Táto aktivita je v kompetencii VAIA.

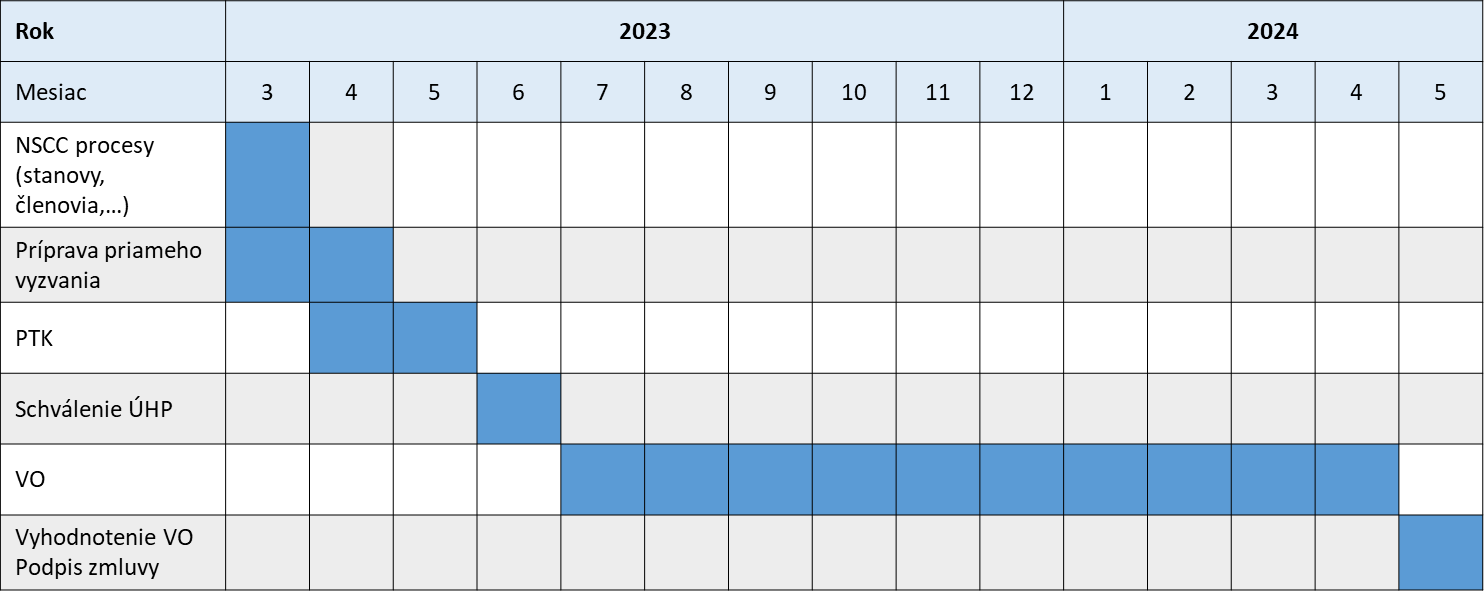
Navrhovaný dizajn superpočítača je spôsobilý pokryť potreby slovenského prostredia definované v ŠU používateľským prieskumom aj extrapoláciou na výkon ekonomiky a počet obyvateľov. **S využitím pripravovaného stabilizačného mechanizmu je navyše možné zabezpečiť prevádzku systému, služby a rozvoj ekosystému bez ďalších nárokov na ŠR.**

# HARMONOGRAM JEDNOTLIVÝCH FÁZ PROJEKTU a METÓDA JEHO RIADENIA

Indikatívny harmonogram pre prípravu a obstarávanie kontajnerového DC riešenia a IKT.

Za predpokladu dosiahnutia míľnika k 12/2025 a podpisu zmluvy s dodávateľom k 05/2024 – začiatok procesu implementácie sa očakáva v 03/2023.

Je tiež potrebné rátať s prípadnými komplikáciami v procese VO (námietky, odvolania) a s prípadnými lehotami pre vyjadrenia relevantných úradov.



Indikatívny harmonogram pre dodávku kontajnerového DC riešenia a IKT

Vychádzajúc z predpokladu dosiahnutia míľnika k 12/2025 - podpis zmluvy na dodávku pri tejto variante sa očakáva najneskôr 5/2024. Stavebné úpravy predstavujú úpravu podložia pre zabezpečenie nosnosti kontajnerov a dotiahnutie infraštruktúrnych prípojok

