Příloha č. 1

**Technická dokumentace**

**- specifikace požadovaného plnění**

1. Požadavky zadavatele na dodávku výpočetního clusteru jako celku
2. Předmětem veřejné zakázky je kompletní řešení, sestávající se z dodávky, instalace a zprovoznění výpočetních uzlů clusteru. Součástí předmětu veřejné zakázky je poskytnutí rozšířené záruky včetně technické podpory (dále jen „rozšířená záruka“) ve formě reakce Next Business Day On-site v lokalitě CEITEC MU, místnost 2S027 budovy E35, Kamenice 5, Brno.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

1. Instalací a zprovozněním se rozumí instalace hardware do stávajících rack skříní (šířka 800mm, hloubka 1000mm), zapojení všech síťových rozhraní, zapojení do elektrické sítě, spuštění hardware a ověření bezchybného chodu všech komponent.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

1. Výpočetní cluster musí obsahovat **7 identických výpočetních uzlů a 2 identické grafické uzly** dle níže uvedené specifikace.
2. **Identickým výpočetním uzlem** se pro účely této dokumentace rozumí osazení zcela shodných komponent do každého uzlu včetně typu použitých pamětí.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

1. Požadavky zadavatele na výpočetní uzly výpočetního clusteru

**Každý výpočetní uzel clusteru musí splňovat tyto podmínky:**

1. Provedení do standardního 19" racku, velikost uzlu musí být maximálně 4U. Dovolujeme sdílené konfigurace, např. 2 uzly ve společném šasi velikosti max. 4U apod.

ANO, nabízení řešení je typu 2U a není sdílené.

2. V případě sdílení některých komponent mezi více uzly clusteru musí být všechny sdílené aktivní komponenty redundantní.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

3. Každý uzel clusteru (výpočetní jednotka se samostatnou pamětí, chipsetem, procesory, diskem, atd.) musí mít procesor v architektuře x86\_64.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

4. Výkon celého uzlu měřený nástrojem SPECfp2017 ve variantě “FP rate, baseline” musí být alespoň 670 bodů. Dále musí platit, že SPECfp2017 na jedno jádro ve variantě “FP rate, baseline” (tj. spec celého uzlu děleno počtem fyzických jader v celém uzlu bez hyperthreadingu) musí být alespoň 7.

ANO, garantujeme výkon 670 bodů, k nabídce je přiložený test, který požadovaný výkon převyšuje.

5. Nabízený procesor i další komponenty (motherboard, BIOS) musí podporovat virtualizaci, včetně virtualizace I/O (v terminologii firmy Intel VT-d, v terminologii firmy AMD AMD-Vi).

ANO, řešení splňuje uvedený bod

6. Operační paměť alespoň 192GB ECC. Rychlost pamětí nesmí být horší než rychlost paměti použité ve SPEC benchmarku v bodu B.4 a musí být stejná nebo vyšší, než kterou podporuje dodávané CPU. Na všech použitých paměťových kanálech musí být stejný počet DIMMů. Všechny použité paměťové kanály musí být osazeny stejně.

ANO, součástí řešení je dodávka 192GB RAM, rovnoměrně osazené ve 12 kanálech.

7. Každý uzel clusteru musí mít přístup k lokálnímu SSD prostoru, na kterém bude nainstalován operační systém, realizováno SSD diskem či disky s rozhraním NVME s celkovou kapacitou alespoň 1,9 TB a TBW (TeraBytes Written) celkem alespoň 3 PB. Požadovaná rychlost lineárního čtení alespoň 6000MB/s, lineárního zápisu alespoň 2500MB/s. Rychlost náhodného čtení alespoň 750000 IOPS, náhodného zápisu alespoň 100000 IOPS. Disk(y) musí být vyměnitelný za chodu.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

8. Každý uzel clusteru musí mít alespoň jedno síťové rozhraní 10 Gb Ethernet. Rozhraní 10Gb Ethernet musí podporovat bootování přes PXE, 10Gb rozhraní musí být typu BaseT s RJ45 konektorem.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

9. 10Gb Ethernet rozhraní musí podporovat UDP TNL offload v Linuxovém ovladači.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

10. Každý uzel clusteru umožňuje centralizovaný přístup ke konzoli (klávesnice + monitor), a to jak lokálně (KVM switch), tak po síti (síťový KVM nebo BMC).

ANO, řešení splňuje uvedený bod

11. Každý uzel clusteru podporuje bootování z externího zařízení, a to jak lokálně (boot z USB – CD-ROM, flash disk, harddisk), tak po síti (boot z virtuálního média implementovaného pomocí síťového KVM nebo BMC). Je-li na provoz síťového KVM nutná licence, musí být tato licence součástí dodávky.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

12. Základní deska musí umožňovat změnu pořadí bootovacích zařízení.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

13. Základní deska musí obsahovat management controller (BMC) kompatibilní se specifikací IPMI 2.0 nebo vyšší. BMC musí umět monitorovat minimálně funkčnost ventilátorů a zdroje, teplotu CPU a základní desky; dále musí BMC poskytovat základní vzdálený power management (vypnout, zapnout, reset). Požadujeme možnost změny bootovacího zařízení vzdáleně pomocí BMC nebo KVM. Funkcionalita BMC musí být přístupná po dedikovaném portu (100BaseT nebo 1000BaseT). Ve spojení s bodem B.8. musí mít každý uzel alespoň **2 Ethernet** rozhraní.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

14. Každý uzel musí mít duální napájení. Zdroje musí být vyměnitelné za chodu.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

15. V každém uzlu musí být celkem alespoň osm slotů pro GPU karty nabízeného typu, dle specifikace bodů B.16 a B.17. Uzel musí mít dimenzované chlazení i napájení tak, aby GPU karty ve stroji dlouhodobě fungovaly.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

16. V každém uzlu musí být osazeno alespoň osm GPU karet podporující rozhraní CUDA, každá s výkonem FLOPS 30 TFLOPS v FP32 nebo lepším a pamětí nejméně 24GB.

ANO, součástí nabídky je 8x GPU karta nVidia L4 s 24GB RAM s požadovaným výkonem v každém výpočetním serveru

17. GPU karty musí být připojeny rozhraním PCIE-4.0.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

18. V každém uzlu musí být alespoň jeden PCIE-4.0 slot pro přídavnou kartu (je možný jak low-profile tak full profile). Zadavatel požaduje do tohoto slotu instalaci stávající použité InfiniBand karty, která je ve vlastnictví zadavatele a dodavateli ji poskytne na požádání před instalací uzlů.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

1. Požadavky zadavatele na grafické uzly výpočetního clusteru

**Každý grafický uzel clusteru musí splňovat tyto podmínky:**

1. Provedení do standardního 19" racku, velikost uzlu musí být maximálně 4U. Dovolujeme sdílené konfigurace, např. 2 uzly ve společném šasi velikosti max. 4U apod.

ANO, nabízení řešení je typu 4U a není sdílené.

2. V případě sdílení některých komponent mezi více uzly clusteru musí být všechny sdílené aktivní komponenty redundantní.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

3. Každý uzel clusteru (výpočetní jednotka se samostatnou pamětí, chipsetem, procesory, diskem, atd.) musí mít procesor v architektuře x86\_64.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

4. Výkon celého uzlu měřený nástrojem SPECfp2017 ve variantě “FP rate, baseline” musí být alespoň 500 bodů. Dále musí platit, že SPECfp2017 na jedno jádro ve variantě “FP rate, baseline” (tj. spec celého uzlu děleno počtem fyzických jader v celém uzlu bez hyperthreadingu) musí být alespoň 10.

ANO, garantujeme výkon 500 bodů, k nabídce je přiložený test, který požadovaný výkon převyšuje.

5. Nabízený procesor i další komponenty (motherboard, BIOS) musí podporovat virtualizaci, včetně virtualizace I/O (v terminologii firmy Intel VT-d, v terminologii firmy AMD AMD-Vi).

ANO, řešení splňuje uvedený bod

6. Operační paměť alespoň 384GB ECC. Rychlost pamětí nesmí být horší než rychlost paměti použité ve SPEC benchmarku v bodu C.4 a musí být stejná nebo vyšší, než kterou podporuje dodávané CPU. Na všech použitých paměťových kanálech musí být stejný počet DIMMů. Všechny použité paměťové kanály musí být osazeny stejně.

ANO, součástí řešení je dodávka 384GB RAM, rovnoměrně osazené ve 12 kanálech.

7. Každý uzel clusteru musí mít přístup k lokálnímu SSD prostoru, na kterém bude nainstalován operační systém, realizováno SSD diskem či disky s rozhraním NVME s celkovou kapacitou alespoň 1,9 TB a TBW (TeraBytes Written) celkem alespoň 3 PB. Požadovaná rychlost lineárního čtení alespoň 6000MB/s, lineárního zápisu alespoň 2500MB/s. Rychlost náhodného čtení alespoň 750000 IOPS, náhodného zápisu alespoň 100000 IOPS. Disk(y) musí být vyměnitelný za chodu.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

8. Výpočetní uzel musí mít přístup k lokálnímu disku s alespoň 7.200 RPM (SAS, FC, SCSI nebo SATA s NCQ), s celkovou kapacitou alespoň 10 TB.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

9. Každý uzel clusteru musí mít alespoň jedno síťové rozhraní 10 Gb Ethernet. Rozhraní 10Gb Ethernet musí podporovat bootování přes PXE, 10Gb rozhraní musí být typu BaseT s RJ45 konektorem.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

10. 10Gb Ethernet rozhraní musí podporovat UDP TNL offload v Linuxovém ovladači.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

11. Každý uzel clusteru umožňuje centralizovaný přístup ke konzoli (klávesnice + monitor), a to jak lokálně (KVM switch), tak po síti (síťový KVM nebo BMC).

ANO, řešení splňuje uvedený bod

12. Každý uzel clusteru podporuje bootování z externího zařízení, a to jak lokálně (boot z USB – CD-ROM, flash disk, harddisk), tak po síti (boot z virtuálního média implementovaného pomocí síťového KVM nebo BMC). Je-li na provoz síťového KVM nutná licence, musí být tato licence součástí dodávky.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

13. Základní deska musí umožňovat změnu pořadí bootovacích zařízení.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

14. Základní deska musí obsahovat management controller (BMC) kompatibilní se specifikací IPMI 2.0 nebo vyšší. BMC musí umět monitorovat minimálně funkčnost ventilátorů a zdroje, teplotu CPU a základní desky; dále musí BMC poskytovat základní vzdálený power management (vypnout, zapnout, reset). Požadujeme možnost změny bootovacího zařízení vzdáleně pomocí BMC nebo KVM. Funkcionalita BMC musí být přístupná po dedikovaném portu (100BaseT nebo 1000BaseT). Ve spojení s bodem C.9. musí mít každý uzel alespoň **2 Ethernet** rozhraní.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

15. Každý uzel musí mít duální napájení. Zdroje musí být vyměnitelné za chodu.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

16. V každém uzlu musí být celkem alespoň osm slotů pro GPU karty nabízeného typu, dle specifikace bodů C.17 a C.18. Uzel musí mít dimenzované chlazení i napájení tak, aby GPU karty ve stroji dlouhodobě fungovaly.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

17. V každém uzlu musí být osazeno alespoň čtyři GPU karety podporující rozhraní CUDA, každá s výkonem FLOPS 90.52 TFLOPS v FP32 nebo lepším a pamětí nejméně 48GB.

ANO, součástí nabídky je 4x GPU karta nVidia L40 s 48GB RAM s požadovaným výkonem v každém GPU serveru

18. GPU karty musí být připojeny rozhraním PCIE-4.0.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

1. Další společné požadavky

1. Délka záruční doby musí být min. 36 měsíců s reakční dobou nejpozději následující pracovní den (NBD).

ANO, řešení splňuje uvedený bod

2. Veškeré zařízení by mělo být možno koupit bez jakéhokoliv software. Pokud je programové vybavení nutnou součástí nabídky (například SW pro vzdálenou správu), musí být jasně specifikovány důvody a cena za takový SW musí být zahrnuta do ceny dodávky (na dobu neurčitou; pokud autor / výrobce / dodavatel SW neposkytuje licenci na dobu neurčitou, je účastník povinen tuto skutečnost zadavateli prokázat a zajistit licenci nejméně po dobu 48 měsíců od dodání).

ANO, řešení lze koupit bez jakéhokoliv SW

3. Všechny komponenty, které jsou touto technickou specifikací požadovány, musí být použitelné v prostředí operačního systému Linux (zejména, ale nikoliv výhradně 64bit Debian), tj. musí být podporovány distribučním nebo originálním jádrem nebo s využitím externích ovladačů dostupných ve zdrojovém kódu.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

4. Součástí nabídky musí být celková maximální spotřeba sestavy (maximální spotřeba odpovídá spotřebě při plném zatížení všech komponent, tedy uzlů).

Maximální spotřeba celé sestavy nepřesáhne 20kW

5. Zařízení budou uchycena ve std. 19" rámu, montážní sady je potřeba dodat spolu se zařízením v potřebném počtu, doporučené provedení šroubů M6 philips (PH).

ANO, řešení splňuje uvedený bod

6. Napájení v rozvaděčích je jednofázové 230V~. PDU lišty zadavatele obsahují kulaté zásuvky CEE 7/5.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

7. Při montáži zařízení musí být proudění vzduchu v rozvaděči orientováno vodorovným podélným směrem, od předních dveří rozvaděče do teplé uličky.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

8. Součástí dodávky musí být veškerá propojovací kabeláž pro připojení uzlů do síťových switchů pro 1Gb a 10Gb rozhraní, všechny o délce až 20 m, po dohodě se zadavatelem budou dodány kabely na míru.

ANO, budou dodány kabely dle požadavků

9. Pro účely posouzení nabídky je účastník povinen uvést SPEC výkon pro jeden výpočetní uzel.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

10. Přesné umístění serverů a switchů v racích bude zadavatelem upřesněno během dodání.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

11. Součástí dodávky musí být dodávka a montáž záslepek volného prostoru mezi instalovanými uzly tak, aby při instalaci výpočetních uzlů do dvou racků velikosti 42U a při instalaci grafických uzlů do samostatného racku velikosti 42U byly všechny volné pozice zaslepeny. Použity mohou být kombinace záslepek 1U a 2U.

ANO, řešení splňuje uvedený bod

12. Pro účely posouzení splnění technických parametrů je účastník povinen popsat technické parametry nabízené sestavy. Popis lze realizovat formou komentářů k jednotlivým bodům Technické dokumentace, zpravidla však nepostačují odpovědi typu ANO/NE, je nutné konkrétně popsat konfiguraci navrženého řešení. Nabídky bez technického popisu nejsou přípustné.

Navrženou konfiguraci ve formě uvedení výrobce a jednoznačného typového označení každé položky předmětu veřejné zakázky včetně řádného ocenění všech položek rozpočtu přiloží účastník k formuláři nabídky jako samostatnou přílohu Položkový rozpočet.

1. Měření výkonu výpočetních uzlů výpočetního clusteru

1. Součástí nabídky budou výkonnostní testy výpočetních uzlů, kterými dodavatel demonstruje dosažení požadovaných parametrů procesorů dle bodu B.4 a C.4 (Spec2017). Výkon lze prokázat předložením oficiálního výsledku z webu www.spec.org dosaženého na ekvivalentním stroji (typ a počet procesorů totožný s dodanými procesory; počet a frekvence paměťových DIMMů a organizace paměti totožné s dodanou pamětí, velikost paměti se může lišit) nebo výsledkem spuštění benchmarku na uzlu nakonfigurovaném dle uvedené technické specifikace. Zadavatel je schopen poskytnout kompilátor Intel verze 17.1 a CPU2017 SPEC. Případné licence pro komerční distribuce Linuxu si dodavatel musí zajistit sám.

ANO, testy jsou součástí nabídky.

2. Testy dodané pro účely posouzení nemusejí být pořízeny na stejném hardware, který bude dodán, případně v dodávané konfiguraci. Dodavatel nicméně odpovídá za to, že případné skutečně naměřené hodnoty během možného provedení akceptačních testů na skutečně dodané konfiguraci nebudou horší, než jaké jsou požadovány v bodech B.4 a C.4. Nevadí, budou-li skutečně naměřené hodnoty lepší.

ANO