

Technická specifikace nabízeného plnění

1. Vlastnosti dodávky

1.1. Souhrnný popis výpočetního systému a jeho zapojení

Výpočetní serverový cluster se bude skládat z následujících komponent:

1. **20** výpočetních uzlů – serverů typu **A**, všechny s identickou konfigurací.
2. **12** výpočetních uzlů pro GPGU – servery typu **B**, všechny s identickou konfigurací.
3. **1** výpočetní uzel s mnoha jádry – server typu **C**.
4. **2** uzly pro správu – server typu **D**.
5. **1** vysokorychlostní síťový přepínač pro MPI – switch typu **A**
6. **1** 10GbE síťový přepínač pro souborové operace – switch typu **B**
7. **1** 1GbE síťový přepínač pro management – switch typu **C**
8. Síťové uložště
9. Vybudování chladné uličky

1.2. Požadavky na kompatibilitu

- Všechny komponenty jsou použitelné v prostředí operačního systému Linux (zejména, ale nikoliv výhradně 64bit Debian 9.0), tj. jsou podporovány distribučním nebo originálním jádrem nebo s využitím externích ovladačů dostupných ve zdrojovém kódu.
- Servery typu B jsou určeny pro vědecké výpočty využívající hluboké učení neuronových sítí. Tyto algoritmy jsou akcelerovány díky GPGPU kartám kompatibilní s technologií NVIDIA CUDA a tuto technologii použité GPGPU karty podporují.

1.3. Podmínky dodání

- Všechny komponenty budou nové (tj. nikoliv repasované apod.) a budou předány ve funkčním a bezvadném stavu. Komponenty budou dodány včetně veškerého příslušenství (zejména kabelů apod.), které je nutné pro jejich provoz v rámci celé sestavy. Součástí dodávky budou návody k obsluze všech dodaných zařízení, v českém nebo anglickém jazyce v tištěné nebo elektronické podobě (na vhodném médiu), popř. předepsané doklady a certifikáty a dále dodací list.
- Pro účely posouzení splnění technických parametrů popisujeme dále v dokumentu technické parametry nabízené sestavy a navrženou konfiguraci.

1.4. Podmínky měření výkonu komponent systému

- Součástí nabídky jsou výsledky výkonostních testů uzlů clusteru pomocí benchmarku **SPEC CPU 2017** (<https://www.spec.org/cpu2017/>), kterými demonstrujeme dosažení požadovaných parametrů procesorů popsaných v části 2. Výkon prokazujeme 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).

2. Detailní specifikace jednotlivých komponent

2.1. Výpočetní uzel – server typu A

Server v provedení do 19" racku. Jednotlivé uzly jsou ve společném šasi s redundantním zdrojem. Celkově se všechny uzly typu A vejdou do 10 pozic v racku.

- **2 x Intel Xeon 3.0GHz 12 jader** nejnovější dostupné generace s architekturou **x86_64** a hardwarovou podporou virtualizace.
- RAM **384 GB** ECC s paměťovými moduly instalovanými do všech slotů tak, aby došlo k optimálnímu využití všech kanálů paměťových řadičů obou CPU (12× 32 GB). Rychlost paměti je shodná s rychlostí paměti použité ve SPEC benchmarku v následujícím bodě.
- Měření výkonu uzlu nástrojem **SPEC CPU 2017** dodává pro ukazatel **Floating Point Rate** hodnotu „**base result**“ **168**. Zároveň výkon v tomto benchmarku přepočtený na jedno jádro CPU, tj. výkon celého uzlu vydělený počtem fyzických jader v uzlu, je **7**. Počítají se pouze fyzická jádra, nikoli technologie hyperthreading.
- 1 x SSD disk určený pro servery (enterprise class) s kapacitou **240 GB**. Úroveň trvanlivosti (endurance) **DWPD** je **3 pro záruční období 5 let**.
- 1 x SSD NVMe disk pro servery (enterprise class) s kapacitou **1,92 TB**. Úroveň trvanlivosti (endurance) **DWPD** je **1 pro záruční období 5 let**. Deklarovaná rychlost sekvenčního čtení **3350 MB/s** a sekvenčního zápisu **2100 MB/s**. Deklarované hodnoty IOPS: 835 000 IOPS čtení, 75 000 IOPS zápis.
- Možnost osadit další 3 SATA/SAS/NVMe 2.5" SSD/HDD.
- Síťové rozhraní 1 x 100GbE InfiniBand EDR QSFP28
- Ethernetové rozhraní 2 x 10Gb/s SFP+ s podporou bootování po síti (PXE).
- Ethernetové rozhraní o rychlosti 1Gb/s pro IPMI.
- 1 x volný PCI Express 16x
- IPMI rozhraní verze 2.0 pro vzdálenou správu, umožňuje: virtuální konzoli, virtuální medium, virtuální klávesnice, vypnutí/zapnutí/reset, napojení do AD/LDAP. Případná licence je součástí dodávky.
- V případě sdílení některých komponent (napájecí zdroje) mezi více uzly clusteru jsou všechny sdílené aktivní komponenty redundantní.

2.2. Výpočetní uzel pro GPGPU – server typu B

Server v provedení do 19" racku. Jednotlivé uzly jsou v samostatném 1U chassis. Celkově se všechny uzly typu B vejdou do 12 pozic v racku.

- **2 x Intel Xeon 2.7GHz 18 jader** nejnovější dostupné generace s architekturou **x86_64** a hardwarovou podporou virtualizace.
- RAM **384 GB** ECC s paměťovými moduly instalovanými do všech slotů tak, aby došlo k optimálnímu využití všech kanálů paměťových řadičů obou CPU (12× 32 GB). Rychlost paměti je shodná s rychlostí paměti použité ve SPEC benchmarku v následujícím bodě.
- Měření výkonu uzlu nástrojem **SPEC CPU 2017** dodá pro ukazatel **Floating Point Rate** hodnotu „**base result**“ **192**. Zároveň výkon v tomto benchmarku přepočtený na jedno jádro CPU, tj. výkon celého uzlu vydělený počtem fyzických jader v uzlu, je **5,3**. Počítají se pouze fyzická jádra, nikoli technologie hyperthreading.
- 1 x SSD disk určený pro servery (enterprise class) s kapacitou **240 GB**. Úroveň trvanlivosti (endurance) **DWPD** je **3 pro záruční období 5 let**.
- 1 x SSD NVMe disk pro servery (enterprise class) s kapacitou **1,92 TB**. Úroveň trvanlivosti (endurance) **DWPD** je **1 pro záruční období 5 let**. Deklarovaná rychlost sekvenčního čtení **3350 MB/s** a sekvenčního zápisu **2100 MB/s**. Deklarované hodnoty IOPS: 835 000 IOPS čtení, 75 000 IOPS zápis.

- Možnost osadit další 2 SATA/SAS/NVMe 2.5" SSD/HDD.
- 4 x NVIDIA Tesla V100 SXM2 GPGPU s 32GB HBM2 pamětí, karty jsou navzájem propojené sběrnici NVLink rychlostí 300GP/s a s podporou technologie CUDA.
- Síťové rozhraní 1 x 100GbE InfiniBand EDR QSFP28
- Ethernetové rozhraní 2 x 10Gb/s SFP+ s podporou bootování po síti (PXE).
- Ethernetové rozhraní o rychlosti 1Gb/s pro IPMI.
- 2 x volný PCI Express slot 16x
- IPMI rozhraní verze 2.0 pro vzdálenou správu, umožňuje: virtuální konzoli, virtuální medium, virtuální klávesnice, vypnutí/zapnutí/reset, napojení do AD/LDAP. Případná licence je součástí dodávky.
- Komponenty v chassis nejsou sdíleny více uzly

2.3. Výpočetní uzel s mnoha jádry – server typu C

Server v provedení do 19" racku o výšce 4U.

- **8 x Intel Xeon 2.1GHz 24 jader CPU** nejnovější dostupné generace s architekturou **x86_64** a hardwarovou podporou virtualizace.
- RAM **1536 GB** ECC s paměťovými moduly instalovanými do všech slotů tak, aby došlo k optimálnímu využití všech kanálů paměťových řadičů obou CPU (48x 32 GB). Rychlost paměti je shodná s rychlostí paměti použité ve SPEC benchmarku v následujícím bodě.
- Měření výkonu uzlu nástrojem **SPEC CPU 2017** musí dodat pro ukazatel **Floating Point Rate** hodnotu „**base result**“ alespoň **832**. Zároveň výkon v tomto benchmarku přepočtený na jedno jádro CPU, tj. výkon celého uzlu vydělený počtem fyzických jader v uzlu, je **4,3**. Počítají se pouze fyzická jádra, nikoli technologie hyperthreading.
- 1 x SSD disk určený pro servery (enterprise class) s kapacitou **240 GB**. Úroveň trvanlivosti (endurance) **DWPD je 3 pro záruční období 5 let**.
- 1 x SSD NVMe disk pro servery (enterprise class) s kapacitou **1,92 TB**. Úroveň trvanlivosti (endurance) **DWPD je 1 pro záruční období 5 let**. Deklarovaná rychlost sekvenčního čtení **3350 MB/s** a sekvenčního zápisu **2100 MB/s**. Deklarované hodnoty IOPS: 835 000 IOPS čtení, 75 000 IOPS zápis.
- Možnost osadit další 22 SATA/SAS/NVMe 2.5" SSD/HDD.
- Síťové rozhraní 1 x 100GbE InfiniBand EDR QSFP28
- Ethernetové rozhraní 2 x 10Gb/s SFP+ s podporou bootování po síti (PXE).
- Ethernetové rozhraní o rychlosti 1Gb/s pro IPMI.
- 6 x volný PCI Express slot 16x
- IPMI rozhraní verze 2.0 pro vzdálenou správu, umožňuje: virtuální konzoli, virtuální medium, virtuální klávesnice, vypnutí/zapnutí/reset, napojení do AD/LDAP. Případná licence je součástí dodávky.
- Redundantní zdroj

2.4. Uzel pro správu – server typu D

Server v provedení do 19" racku o výšce maximálně 1U.

- **2 x Intel Xeon 2.1 GHz 8 jader CPU** nejnovější dostupné generace s architekturou **x86_64** a hardwarovou podporou virtualizace.
- RAM **96 GB** ECC s paměťovými moduly instalovanými do všech slotů tak, aby došlo k optimálnímu využití všech kanálů paměťových řadičů obou CPU (12x 8 GB). Tento požadavek může mít za následek nutnost použít výrazně větší kapacitu než 96 GB. Rychlost paměti je shodná s rychlostí paměti použité ve SPEC benchmarku v následujícím bodě.
- Měření výkonu uzlu nástrojem **SPEC CPU 2017** dodá pro ukazatel **Floating Point Rate** hodnotu „**base**“

result“ alespoň **83**. Zároveň výkon v tomto benchmarku přepočtený na jedno jádro CPU, tj. výkon celého uzlu vydělený počtem fyzických jader v uzlu, je **5,1**. Počítají se pouze fyzická jádra, nikoli technologie hyperthreading.

- 2 x SSD disk určený pro servery (enterprise class) s kapacitou **240 GB**. Úroveň trvanlivosti (endurance) **DWPD** je **3 pro záruční období 5 let**.
- Možnost osadit další 10 SATA/SAS/NVMe 2.5" SSD/HDD.
- Síťové rozhraní 1 x 100GbE InfiniBand EDR QSFP28
- Ethernetové rozhraní 2 x 10Gb/s SFP+ s s podporou bootování po síti (PXE).
- Ethernetové rozhraní o rychlosti 1Gb/s pro IPMI.
- Minimálně 1 x volný PCI Express slot 16x
- IPMI rozhraní verze alespoň 2.0 pro vzdálenou správu, musí umožňovat: virtuální konzoli, virtuální medium, virtuální klávesnice, vypnutí/zapnutí/reset, napojení do AD/LDAP. Případná licence musí být součástí dodávky.
- Redundantní zdroj

2.5. Vysokorychlostní síťový přepínač pro MPI – switch typu A

- 36 konvergovaných portů 10/40/56/100 InfiniBand EDR QSFP28
- Kapacita přepínání 7.2Tb/s
- Latence 90ns
- Redundantní zdroj
- Možnost managementu přes HTTP (RJ45 port)
- Včetně 36 propojovacích kabelů na propojení všech uzlů
- Chlazení v souladu se směrem chladícího vzduchu dle PD uzavřené uličky.
- Max. 1U pozic v racku
- Redundantní zdroj

2.6. 10GbE síťový přepínač pro souborové operace – switch typu B

- Layer 3 přepínač
- 48 x 10GbE port SFP+
- 4 x 40GbE port QSFP+
- Redundantní zdroj
- Kapacita přepínání min. 1280 Gbps
- Podpora 802.1Q VLAN
- Podpora IPv4 a IPv6
- Možnost managementu přes HTTPS a SSH
- Včetně 48 SFP+ <-> SFP+ kabelů o délce 3m. Kabely jsou kompatibilní s dodaným switchem a síťovými kartami dodaných uzlů
- Včetně 4 x QSFP+ <-> QSFP+ kabelů o délce 3m. Kabely jsou kompatibilní s dodaným switchem a síťovými kartami uložistě
- Chlazení v souladu se směrem chladícího vzduchu dle PD uzavřené uličky
- 1U pozic v racku
- Podpora pro konfiguraci nástrojem Ansible

2.7. 1GbE síťový přepínač pro management – switch typu C

- 48x 1GbE RJ45 porty
- 2 x 10GbE SFP+ porty
- Podpora 802.1Q VLAN
- Podpora IPv4 a IPv6
- Možnost managementu přes HTTP/HTTPS
- Včetně 48 x UTP Cat 6 kabelů o délce 3m
- Max. 1U pozic v racku

2.8. Síťové uložště

- Navržený systém je plně redundantní a škálovatelný scale-out systém typu NAS (network attached storage), kdy je diskové pole tvořeno clusterem rovnocenných active-active uzlů, které mohou simultánně přistupovat k uloženým souborům pomocí všech podporovaných protokolů. Všechny soubory jsou přístupné všemi podporovanými protokoly prostřednictvím každého uzlu. Počet aktivních uzlů či kontrolérů je 4.
- Uložště má plně integrovanou storage vrstvu a vrstvu souborových služeb do jediného zařízení – storage nodu.
- 160TB využitelné kapacity. Využitelná kapacita představuje čistou využitelnou kapacitu bez případné optimalizace ukládání dat pomocí komprese či deduplikace, dále nezahrnuje kapacitu potřebnou pro zajištění ochrany dat na úrovni minimálně RAID6, tj. ochrany před současným výpadkem dvou disků.
- Diskové pole podporuje ochranu proti výpadku 2 disků (ekvivalent RAID6), dále ochranu proti výpadku celého uzlu.
- Diskový systém je rozšiřitelný na minimum 5 PB kapacity. Diskový systém je rozšiřitelný na nejméně 100 uzlů/kontrolérů.
- Výkon souborových operací je minimálně 55000 file ops/s a minimální požadovaná propustnost 5 GB/s.
- Rozšíření kapacity diskového pole je bezvýpadkové, v rámci rozšíření musí být navýšena kapacita, propustnost a velikost globální cache.
- Upgrade operačního systému diskového pole, firmware hardware včetně firmware vlastních disků je bezvýpadkové.
- Veškerý vadný HW lze vyměnit za běhu diskového systému, aniž by byla způsobena jeho nedostupnost. Toto platí zejména pro výměnu vadných disků a výměnu celého nodu nebo jakékoli jeho části.
- Diskové pole obsahuje nejméně 128 GB paměti na jeden uzel, bez použití solid-state disků, flash karet a podobných technologií.
- Nabízené diskové pole obsahuje technologii L3 „flash as a cache“ pro akceleraci čtení dat. A obsahuje pro tuto technologii využitelnou SSD kapacitu minimálně 12TB, kterou bude možné dále rozšířit minimálně do velikosti 24TB bez nutnosti zvýšení počtu nodů.
- Diskový systém podporuje přístup k datům prostřednictvím 10 nebo 40 Gigabit Ethernet síťových rozhraní. Nabízená je podpora protokolů IPv4 i IPv6. Nabízený systém obsahuje 8 x 40GbE QSFP+ síťové rozhraní pro přístup ke klientům s automatickým mechanismem distribuce zátěže mezi všechny uzly. Mechanismus pro rozložení zátěže podporuje rozložení zatížení v závislosti na více provozních parametrech zatížení – například využití CPU, počtu připojení, šířce pásma.
- Řešení podporuje různé operační systémy (Microsoft Windows, MacOS, Linux) s použitím standardních protokolů NAS (požadována podpora IPv4 i IPv6):
 - NFS v3 a v4
 - SMB v2.0 a v2.1
 - SMB v3.0
 - HTTP
 - FTP

- Diskové pole zajišťuje plný přístup (read-write) k uloženým datům, současně jak prostřednictvím protokolů SMB, tak i NFS.
- Veškeré souborové protokoly jsou k dispozici na všech nodech bez nutnosti instalovat jakékoli další zařízení (např. server, gateway atd.).
- Nabízený systém obsahuje licence pro všechny protokoly
- Diskové pole podporuje nativně HDFS jako souborový protokol a vlastní správou namenodu s kompatibilitou HDFS min. v2.6
- Všechna data uložená na diskovém poli je možné zpřístupnit přes HDFS do prostředí Hadoop bez nutnosti migrovat či kopírovat data v rámci diskového pole.
- Diskové pole poskytuje jediný file systém a namespace, který je plně rozšiřitelný min. až do velikosti minimálně 5 PiB bez nutnosti segmentovat a spravovat storage vrstvu rozdělenou na množství RAID group, volumů atd. Zároveň je možné vytvořit více filesystémů.
- Diskové pole podporuje vytvoření lokálního časového snímku – tzv. snapshotu, který je kompatibilní a integrovaný s Microsoft Windows Volume Shadow Copy, dále pak s OS Linux.
- Diskové pole podporuje autentikaci uživatelů prostřednictvím Active Directory včetně Kerberos 5 a LDAP. Dále je podporováno přidělování uživatelských práv prostřednictvím Active Directory a LDAP.
- Řešení umožňuje aplikovat Quota Management, toto je možné konfigurovat na uživatelskou skupinu. Licence jsou součástí nabízeného řešení.
- Navržené řešení poskytuje centralizovaný management, bez nutnosti instalovat samostatný management server. Management kapacity i souborových služeb je v rámci jednoho management nástroje. K dispozici je jak web administrační rozhraní, tak i rozhraní příkazové řádky, umožňující ovládání pomocí skriptů.
- Zařízení je homologované pro provoz v rámci EU

2.9. Vybudování chladné uličky

Pro umístění poptávaného IT zařízení je potřeba v datovém centru ČVUT FEL na Karlově náměstí (místnost KN:Es122) vybudovat chladnou uličku širokou 5 racků šíře 60cm. Chladná ulička se skládá z:

- **6x datový rozvaděč** (rack) výšky (3 na každé straně uličky), 42U, šíře 600 mm, hloubka 1200 mm, včetně příslušenství v každém rozvaděči:
 - 3 x vyvazovací panel s oky
 - 2 x kabelový žlab na celou výšku rozvaděče
 - Lakované vnitřní provedení
 - Zakulacené vnitřní hrany (ochrana proti zranění)
 - Horizontálně nastavitelné vertikální montážní lišty (manipulace bez nutnosti použít nástroje)
 - perforované přední dveře, perforace min. 66%
 - perforované dělené zadní dveře, perforace min. 70%
 - **2 x inteligentní PDU** s parametry:
 - Měření elektrických veličin - napětí (V), proud (A), činný výkon (kW), zdánlivý výkon (kVA), energie (kWh), účinek - na vstupu do PDU a na výstupních zásuvkách. Přesnost měření na fakturační úrovni 1% dle ČSN 62053-21. Splnění směrnice EU 2014/32 o dodávání měřidel na trh.
 - Možnost kaskádování až 16 PDU a sdílení jediného Ethernetového připojení s přenosovou rychlostí Gigabit.
 - Řídicí modul vyměnitelný za provozu bez přerušení napájení koncových zařízení. Komunikace přes Ethernet. Vzdálená správa HTTP(S), SSH, Telnet, RS-232, SNMP v2/v3, SMTP, IPv6/IPv4. Autentizace lokální a vzdálená (Active Directory, LDAP, RADIUS). Možnost integrace do softwarové aplikace pro centrální správu všech instalovaných PDU.

- Možnost konfiguračně vytvářet virtuální odběrná místa s účtováním spotřeby (tenant environment).
 - Výkon min. 22kW, 400V/32A IEC60309.
 - Min. 24 x zásuvek C13, min. 12 x zásuvka C19.
 - LAN, USB konektivita. Možnost připojení čidel pro měření teploty a vlhkosti.
- **2 x instalace mezirackových klimatizačních jednotek** o výkonu 35kW na jedné straně uličky. Jednotky spolu musí umět spolupracovat v tzv. pracovní skupině.
 - **1 x instalace mezirackové klimatizační jednotky** o výkonu 35 kW na druhé straně uličky.
 - Příprava (natažení potřebných trubek a vedení) pro instalaci druhé jednotky ve druhé řadě o stejném výkonu.
 - Instalace potřebných kondenzačních jednotek na vnitřním dvoře.
 - Zakrytí studené uličky postavením montované stěny, která bude s rozvaděči propojena stropní konstrukcí. Vstup do uličky bude z jedné strany ukončen panelem na druhé straně posuvnými dveřmi.
 - Vybudování chladné uličky bude provedeno v úplné shodě s příloženou PD.

3. Instalace, konfigurace a podpora

Dodavatel nabízí v rámci dodávky výpočetního clusteru dodání služeb uvedených níže.

3.1. Instalace a konfigurace

- Vybudování chladné uličky vybavení v datovém centru zadavatele na Karlově náměstí.
- Instalace racků a veškerého dodávaného HW tj. zejména montáž všech komponent do racků, zapojení do elektrické sítě a zapojení všech datových sítí.
- Instalace všech potřebných SW komponent a ovladačů do úrovně OS (Linux) na jednotlivé uzly.
- Instalace a konfigurace nástroje pro deployment state-less uzlů
- Instalace a konfigurace volně dostupného softwaru pro centralizovanou správu **systému**, jestliže to výrazně usnadní administraci celého systému.
- Konfigurace síťových rozhraní dle pokynů zadavatele, konfigurace DHCP.
- Instalace a konfigurace diskového subsystému dle požadavků zadavatele, včetně softwaru pro management a aktivace všech potřebných softwarových licencí.
- Instalace a konfigurace veškerých ovladačů HW pro dodávaný systém, zejména ovladačů pro připojení diskového subsystému a ovladačů rychlé komunikační sítě s nízkou latencí.
- Připojení souborového systému diskového subsystému ke všem výpočetním uzlům. Aktivace všech potřebných softwarových licencí.
- Instalace plánovače výpočetních úloh podle výběru zadavatele a jeho základní konfigurace ve spolupráci se zadavatelem dle jeho požadavků.
- Optimalizace a přizpůsobení instalovaného software ve spolupráci se zadavatelem
- Instalace a spuštění benchmarků SPEC CPU 2017.
 - Ověření výkonu výše uvedených benchmarků bude součástí akceptace.
- Ověření funkčnosti paralelních výpočtů s použitím MPI a komunikace přes rychlou síť s nízkou latencí i Ethernet.
- Ověření funkčnosti spuštění úloh na GPU koprocesorech serveru typu B prostřednictvím plánovače výpočetních úloh.
- Předání nainstalovaného a nakonfigurovaného programového prostředí včetně stručného seznamu provedených úkolů zahrnující výše uvedené požadavky bude součástí akceptace.

3.2. Podpora

- Záruční doba činí 60 měsíců s reakční dobou nejpozději následující pracovní den (NBD). Výměny vadných komponent bude prováděno výhradně v místě instalace clusteru.

4. Akceptační protokol

Akceptační protokol bude součástí předávacího protokolu a bude obsahovat minimálně následující náležitosti:

- Hardware instalován, zapojen a je plně a funkční. ANO/NE
 - Pokud ne, uveďte se výpis problémů a způsobů jejich řešení odsouhlasených zadavatelem.
 - Proveden benchmark výkonu výpočetních uzlů dle požadavků v technické specifikaci, s výslednou hodnotou „base result“ ukazatele **Floating Point Rate** Pro každý server typu A, pro každý server typu B, Pro server typu C, Pro server typu D.
 - Hodnoty vyhovují požadavkům: ANO/NE.
 - Pokud ne, uveďte se způsob kompenzace odsouhlasený zadavatelem, tj. například výměna příslušných CPU nebo dodání dalších serverů v přiměřeném množství.
 - Softwarové součásti nainstalovány, nakonfigurovány a jsou funkční dle požadavků.
 - Pokud ne, uveďte se výpis problémů a způsobů jejich řešení odsouhlasených zadavatelem.
-