



Smlouva o vytvoření superpočítače – Velkého clusteru III

Smluvní strany:

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

se sídlem: 17. listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava – Poruba
zastoupená: prof. Ing. Igorem Ivanem, Ph.D., rektorem
IČ: 61989100, DIČ: CZ61989100
Bankovní spojení: ČSOB, a.s., č. účtu: 100954151/0300
(dále jen „**Objednatel**“)

a

Eviden Czech Republic s.r.o.

se sídlem: Doudlebská 1699/5, 140 00 Praha 4
zastoupená: Ing. Jaroslavem Šimkem, jednatelem
společnost zapsaná v obchodním rejstříku vedeném u Městského soudu v Praze, oddíl C, vložka 8954
IČ: 44851391, DIČ: CZ44851391
Bankovní spojení: UniCredit Bank Czech Republic and Slovakia, a.s., č. účtu: 1001885001/2700
(dále jen „**Dodavatel**“)

níže uvedeného dne uzavřely tuto smlouvu v souladu s ustanovením § 2586 a násl. zákona č. 89/2012 Sb., občanského zákoníku, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „**občanský zákoník**“),
(dále jen „**Smlouva**“)

Smluvní strany, vědomy si svých závazků v této Smlouvě obsažených a s úmyslem být touto Smlouvou vázány, dohodly se na následujícím znění Smlouvy:

1. ÚVODNÍ USTANOVENÍ

1.1 Objednatel prohlašuje, že:

- 1.1.1 je právnickou osobou, veřejnou vysokou školou univerzitního typu založenou podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a
- 1.1.2 splňuje veškeré podmínky a požadavky v této Smlouvě stanovené a je oprávněn tuto Smlouvu uzavřít a řádně plnit závazky v ní obsažené.

1.2 Dodavatel prohlašuje, že:

- 1.2.1 je právnickou osobou řádně založenou a existující v souladu s platnými právními předpisy, a
- 1.2.2 splňuje veškeré podmínky a požadavky v této Smlouvě stanovené a je oprávněn tuto Smlouvu uzavřít a řádně plnit závazky v ní obsažené.

- 1.3 Objednatel oznámil dne 8. 9. 2025 odesláním oznámení o zahájení zadávacího řízení do Věstníku veřejných zakázek svůj úmysl zadat veřejnou zakázku s názvem „**Velký cluster III – IT4I**“ (dále jen „**Veřejná zakázka**“) dle zákona č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „**ZZVZ**“). Na základě tohoto zadávacího řízení pak byla pro realizaci Veřejné zakázky vybrána jako nejvýhodnější nabídka Dodavatele v souladu s ustanovením § 122 odst. 1 ZZVZ.

2. ÚČEL SMLOUVY

- 2.1 Objednatel jako zadavatel Veřejné zakázky hodlá rozšířit své vybavení v rámci projektu „Modernizace e-INFRA CZ II“, reg. č. CZ.02.01.01/00/23_016/0008329, financovaného v rámci Operačního programu Jan Amos Komenský v programovém období 2021–2027 (dále jen „**Projekt**“ a „**OP JAK**“).
- 2.2 Předmětem Veřejné zakázky a účelem této Smlouvy je pořízení Velkého clusteru, který je již třetí v pořadí pro IT4Innovations, tj. komplexního technického zajištění výzkumné infrastruktury v oblasti supercomputingu (dále jen „**Velký cluster**“). Řešení, které bylo pro plnění Veřejné zakázky vybráno, představuje komplexní řešení pro náročné výpočty a umělou inteligenci (superpočítač) sestávající z technického vybavení, programového vybavení, softwarových licencí, návrhu, implementace a konfigurace systému, a to včetně záruky a školení.
- 2.3 Dodavatel bere na vědomí, že dodržení časového harmonogramu stanoveného dle této Smlouvy má vliv na plnění závazků Objednatele vůči poskytovateli dotace z OP JAK a na plnění dalších vzdělávacích a vědecko-výzkumných závazků Objednatele. Dodavatel také bere na vědomí možnost vzniku škod značného rozsahu v důsledku nedodržení lhůt stanovených v této Smlouvě.
- 2.4 Dodavatel touto Smlouvou garantuje Objednateli splnění zadání Veřejné zakázky a všech z toho vyplývajících podmínek a povinností převzatých Dodavatelem v rámci zadávacího řízení Veřejné zakázky podle zadávací dokumentace Veřejné zakázky, a to především Technického zadání Objednatele, které tvoří Přílohu č. 7 této Smlouvy, a nabídky Dodavatele. Tato garance je nadřazena ostatním podmínkám a garancím uvedeným v této Smlouvě. Pro vyloučení jakýchkoliv pochybností to znamená, že:
- 2.4.1 v případě jakékoliv nejistoty ohledně výkladu ustanovení této Smlouvy budou tato ustanovení vykládána tak, aby v co nejširší míře zohledňovala účel Veřejné zakázky vyjádřený zadávací dokumentací Veřejné zakázky,
- 2.4.2 v případě chybějících ustanovení této Smlouvy budou použita dostatečně konkrétní ustanovení zadávací dokumentace Veřejné zakázky.
- 2.5 Dodavatel je vázán svou nabídkou předloženou Objednateli v rámci zadávacího řízení na zadání Veřejné zakázky, která se pro úpravu vzájemných vztahů vyplývajících z této Smlouvy použije subsidiárně.

3. PŘEDMĚT SMLOUVY

- 3.1 Dodavatel se touto Smlouvou dále zavazuje provést pro Objednatele dílo spočívající ve:
- 3.1.1 vytvoření a dodávce Velkého clusteru, jakožto systému pro náročné výpočty, jak je definován v Příloze č. 1 Smlouvy a Detailní technickou specifikací ve smyslu odst. 3.2, včetně dodávky veškerých komponent, software, uživatelské, provozní a administrátorské dokumentace a zajištění projektového řízení (dále jen „**Systém**“);
-

3.1.2 implementaci Systému v rámci infrastruktury datového sálu Objednatele specifikovaného v příloze č. 1 Zadávací dokumentace (dále jen „**Datový sál**“), včetně zajištění funkčního napojení na rozvod elektrického napájení a chlazení a zaškolení zaměstnanců Objednatele (dále implementace a školení jen jako „**Implementace**“);

(dále Systém včetně jeho Implementace jako „**Dílo**“)

to vše dle specifikace uvedené v rámci Základní technické specifikace a po jejím vytvoření i dle Detailní technické specifikace, která je specifikována níže. Součástí Díla je i poskytnutí záruky za jakost Díla dle čl. 11 a další závazky Dodavatele dle čl. 7 Smlouvy.

- 3.2 V rámci poskytování plnění dle této Smlouvy se Dodavatel zavazuje vypracovat na základě Základní technické specifikace detailní technickou specifikaci Díla (dále jen „**Detailní technická specifikace**“), která bude detailně specifikovat jednotlivé části Díla, jakož i postup a podmínky při jeho provádění včetně vymezení požadované součinnosti Objednatele a dalších otázek, jejichž zpřesnění je pro poskytování plnění dle této Smlouvy nezbytné. Detailní technická specifikace bude obsahovat strukturovaný souhrn veškeré dokumentace jednotlivých použitých komponent systému, především tedy produktové listy a manuály komponent.
- 3.3 Detailní technická specifikace se po jejím schválení Objednatelem stane součástí této Smlouvy (bez nutnosti uzavřít dodatek ke Smlouvě) a závazným upřesněním Díla. Vypracování Detailní technické specifikace se z hlediska smluvních povinností Dodavatele považuje za součást plnění dle této Smlouvy a Dodavateli za to nenáleží jiná odměna, než je sjednaná cena Díla. Vypracováním a schválením Detailní technické specifikace nemůže dojít ke snížení kvality Díla, ke změně dohodnuté ceny dle odst. 12.1, termínů jednotlivých závazných milníků harmonogramu plnění uvedeného v Příloze č. 2 této Smlouvy, ani rozsahu maximální součinnosti Objednatele uvedeného v Příloze č. 3 této Smlouvy; možnost smluvních stran uzavřít pro tento účel dodatek ke Smlouvě podle odst. 20.1 Smlouvy však není dotčena.
- 3.4 Pokud se v této Smlouvě dále uvádí pojem „**Technická specifikace**“, má se tím na mysli Základní technická specifikace i Detailní technická specifikace, pokud byla schválena Objednatelem, s tím, že ustanovení Detailní technické specifikace mají po jejím schválení Objednatelem přednost před ustanoveními Základní technické specifikace.
- 3.5 Dodavatel se dále zavazuje jako součást Díla vypracovat specifikaci akceptačních testů upravující specifikaci způsobu akceptace jednotlivých součástí Díla, pokud s ohledem na jejich povahu mají jejich předání a převzetí předcházet akceptační testy, zejména ověření řádného provedení Implementace (dále jen „**Specifikace akceptačních testů**“). Specifikace akceptačních testů bude vypracována v souladu s požadavky Objednatele na akceptační procedury a akceptační testy uvedené v této Smlouvě, zejména její Příloze č. 9. Specifikace akceptačních testů bude zohledňovat zejména jednotlivé závazné milníky definované v harmonogramu dle Přílohy č. 2 Smlouvy.
- 3.6 Součástí plnění Dodavatele je převedení na Objednatele vlastnických práv ke všem věcem tvořícím Dílo, jakož i převedení práv duševního vlastnictví, která jsou převoditelná, pro případ, že je nezbytné vykonávat tato práva duševního vlastnictví pro zajištění řádného a bezproblémového užívání Díla. Dále je součástí plnění Dodavatele rovněž poskytnutí oprávnění Objednateli užívat a měnit nehmotné části Díla v případě, že práva duševního vlastnictví převoditelná nejsou (např. autorská práva), a to vše pro možnost řádného užívání Díla pro jeho účel, přičemž Dodavatel uvádí, že je mu účel použití Díla znám. Poskytnutí či převod práv dle tohoto odstavce se nedotýká podmínek platnosti záruky za Dílo.
-

- 3.7 Objednatel se touto Smlouvou zavazuje poskytnout Dodavateli nezbytnou součinnost při poskytování plnění dle této Smlouvy Dodavatelem v rozsahu stanoveném dle Přílohy č. 3 této Smlouvy.
- 3.8 Objednatel se zavazuje zaplatit Dodavateli dohodnutou cenu řádně a včas poskytnutého plnění dle této Smlouvy, a to za podmínek stanovených dále touto Smlouvou.

4. DOBA A MÍSTO PLNĚNÍ

- 4.1 Dodavatel se zavazuje provést všechna plnění tvořící Dílo a předat jej Objednateli v souladu s termíny uvedenými v harmonogramu plnění obsaženému v Příloze č. 2 této Smlouvy (dále také jen „**Harmonogram plnění**“). Nejzazší termín pro splnění Díla je stanoven do 31. 10. 2026.
- 4.2 Dodavatel se zavazuje provést Implementaci na sjednaném místě plnění ve lhůtě stanovené v Harmonogramu plnění.
- 4.3 Objednatel si touto Smlouvou vyhrazuje změnu Harmonogramu plnění v situaci, kdy Dodavatel nebude schopen plnit tuto Smlouvu ze subjektivních důvodů, avšak takových, které není sám schopen ovlivnit, ani při vynaložení zvýšeného úsilí, a to jak ve formě vyšších finančních nákladů, tak ve formě většího pracovního úsilí. Objednatel si tuto změnu vyhrazuje pro případy nedostupnosti hardware nezbytného k provedení Díla, a to především z důsledků spočívajících v dodavatelských řetězcích, pokud nelze využít obdobný hardware, neboť by jím nebylo dosaženo požadovaných výkonnostních parametrů. Pokud Dodavatel zjistí, že tato situace nastala nebo hrozí, je povinen o tomto bezodkladně informovat Objednatele. Smluvní strany budou dále postupovat přiměřeně dle čl. 5 Smlouvy. Dodavatel je dále povinen písemně doložit, z jakých konkrétních důvodů není schopen Dílo dokončit včas dle Harmonogramu plnění; dále je povinen doložit vyjádření výrobce, který potvrdí nedostupnost hardware komponentů (a to s vymezením konkrétních nedostupných komponentů a odůvodněním jejich nedostupnosti). Objednatel je oprávněn s konečnou platností rozhodnout o tom, zda jsou podklady předložené Dodavatelem dostatečné, a zda je v takovém případě na základě dodatku Smlouvy možno změnit termín milníku č. 8 Harmonogramu plnění.
- 4.4 Dodavatel je oprávněn poskytnout plnění i před sjednanou dobou jen s předchozím souhlasem oprávněné osoby Objednatele.
- 4.5 Místem plnění je Datový sál v sídle Objednatele, nevyplývá-li z Technické specifikace výslovně jinak. Přístup k Datovému sálu během Implementace Systému bude Dodavateli poskytnut jednorázově, nebo podle okolností i opakovaně, a to vždy na předem vymezené období dle dohody Dodavatele s Objednatelem. Žádost Dodavatele o udělení přístupu do Datového sálu musí být Objednateli zaslána minimálně 2 pracovní dny předem. O umožnění přístupu do Datového sálu a o ukončení přístupu Dodavatele v Datovém sálu smluvní strany sepíší písemný protokol, který bude obsahovat minimálně datum a čas zahájení a ukončení přístupu, vymezení věcí svěřených Dodavateli k užívání za účelem řádného plnění této Smlouvy, resp. Dodavatelem v Datovém sálu instalovaných a zanechaných, včetně popisu jejich stavu a vymezení dalších skutečností majících vliv na možnost Dodavatele řádně zahájit plnění předmětu této Smlouvy. Písemný protokol dle tohoto odstavce Smlouvy se smluvní strany zavazují podepsat a vyhotovit minimálně ve 2 vyhotoveních. Pro vyloučení pochybností se uvádí, že stav místa plnění a jakékoliv navrácení věcí svěřených Dodavateli budou předmětem akceptace dle čl. 6 Smlouvy či protokolárního osvědčení postupem analogicky dle tohoto odstavce Smlouvy. Po dobu, po kterou bude mít Dodavatel vyhrazen přístup do Datového sálu pro účel Implementace Systému, zdrží se Objednatel a další jeho dodavatelé přístupu do Datového sálu bez předchozí dohody Objednatele s Dodavatelem. Přístup Dodavatele do

Datového sálu po skončení Implementace bude poskytnut podle potřeby po předchozí dohodě s Objednatelem; oprávněné osoby smluvních stran mohou pro tento účel uzavřít samostatnou dohodu o režimu přístupu do Datového sálu pro účely plnění povinností Dodavatele ze Smlouvy.

- 4.6 Pokud to je z povahy konkrétní části plnění dle této Smlouvy možné, lze jej či jeho část poskytovat také vzdáleným přístupem. Pokud Smlouva výslovně nestanoví, zda konkrétní část plnění má být Dodavatelem prováděna v konkrétním místě, nebo vzdáleným přístupem, přičemž povaha plnění obě tyto varianty umožňuje, je Objednatel oprávněn zvolit mezi těmito způsoby dle svého uvážení bez vlivu na dohodnutou cenu dle této Smlouvy. V případě, že má být plnění nebo jeho část prováděno vzdáleným přístupem, Objednatel takovýto vzdálený přístup Dodavateli umožní. Náklady spojené se vzdáleným přístupem nese Dodavatel, nestanoví-li Smlouva jinak.

5. ZMĚNOVÉ ŘÍZENÍ

- 5.1 Kterákoliv ze smluvních stran je v průběhu trvání této Smlouvy oprávněna písemně navrhnout změny specifikace Díla. V případě, že změnu specifikace navrhne Objednatel, je Dodavatel povinen vynaložit veškeré přiměřené úsilí k tomu, aby změnu specifikace přijal. Objednatel není povinen přijmout změnu specifikace navrhovanou Dodavatelem.
- 5.2 V případě, že následující postup bude Objednatel vyžadovat, Dodavatel se na písemnou výzvu Objednatele zavazuje do 10 pracovních dnů vyhodnotit důsledky navržených změn specifikace Díla, které budou zahrnovat hodnocení dopadů těchto změn na cenu a rozsah Díla, dohodnuté termíny plnění, rozsah potřebné součinnosti a jakékoliv další relevantní aspekty smluvního vztahu (dále jen „**Hodnocení důsledků**“). Pokud změny specifikace Díla navrhne Dodavatel, bude Dodavatel postupovat obdobně dle odst. 5.1 a 5.2 Smlouvy, včetně případného předložení Hodnocení důsledků Objednateli. Pokud si vypracování Hodnocení důsledků vyžádá dodatečné náklady nebo pokud by jeho vypracování mohlo mít negativní dopad na plnění závazků Dodavatele dle této Smlouvy, vypracuje Dodavatel Hodnocení důsledků na základě písemné dohody s Objednatelem o úhradě nákladů na vypracování Hodnocení důsledků a o úpravě dalších smluvních podmínek, kterých se vypracování Hodnocení důsledků může dotknout.
- 5.3 Jakékoliv změny specifikace Díla musí být dohodnuty formou písemného dodatku k této Smlouvě podle odst. 20.1 Smlouvy, kterým dojde k úpravě smluvních podmínek v souladu se změnovým požadavkem (ve smyslu Přílohy č. 8 Smlouvy), popř. s Hodnocením důsledků, není-li touto Smlouvou stanoveno jinak.
- 5.4 Podrobná pravidla řízení změn jsou stanovena v Příloze č. 8 Smlouvy.
- 5.5 Dodavatel bere na vědomí, že žádná změna této Smlouvy nesmí být v rozporu se závaznými pravidly právních předpisů z oblasti práva zadávání veřejných zakázek nebo s pravidly financování a uznatelnosti výdajů z OP JAK.

6. AKCEPTACE A PŘEDÁNÍ PLNĚNÍ

- 6.1 Předání a převzetí Díla proběhne v souladu s akceptační procedurou definovanou v tomto čl. 6 Smlouvy. Pro vyloučení pochybností smluvní strany prohlašují, že ustanovení tohoto čl. 6 Smlouvy se nevztahují na plnění uvedené v Příloze č. 5 této Smlouvy.
- 6.2 Dodavatel se zavazuje předat předmět akceptace Objednateli k akceptaci v takové lhůtě, aby nebyly ohroženy závazné milníky pro poskytnutí daného plnění stanovené v Harmonogramu plnění. Každý jednotlivý milník dle Harmonogramu plnění představuje
-

časový okamžik, ke kterému má být fáze realizace Díla v souladu s prováděním Díla dle této Smlouvy.

- 6.3 Bez ohledu na jiná ustanovení této Smlouvy se pro vypracování jakýchkoliv dokumentů ve smyslu jednotlivých milníků vytvořených Dodavatelem dle této Smlouvy uplatní následující pravidla:
- 6.3.1 Dodavatel se zavazuje průběžně konzultovat vypracování dokumentů s Objednatelem a doručit Objednateli příslušný dokument ve lhůtě stanovené v Harmonogramu plnění.
- 6.3.2 Objednatel se zavazuje zaslat Dodavateli oznámení o svém souhlasu s daným dokumentem nebo vznést veškeré své výhrady nebo připomínky k dokumentu do 5 pracovních dnů od jeho doručení. Nevznese-li Objednatel ve stanovené lhůtě k dokumentu žádné výhrady nebo připomínky ani Dodavateli nesdělí oznámení o svém souhlasu s daným dokumentem, považují smluvní strany uplynutím této lhůty a podpisem předávacího protokolu dle odst. 6.3.4 dokument ve znění této verze za řádně předaný a pro smluvní strany závazný.
- 6.3.3 Vznese-li Objednatel ve stanovené lhůtě své výhrady nebo připomínky k dokumentu dle odst. 6.3.2, zavazuje se Dodavatel předložit upravený dokument Objednateli k převzetí.
- 6.3.4 Smluvní strany se zavazují po převzetí nebo marném uplynutí lhůty ke vznesení výhrad či připomínek k dokumentu dle odst. 6.3.2 potvrdit předání a převzetí dokumentu sepsáním písemného předávacího protokolu. Účinky převzetí nastávají podpisem předávacího protokolu oprávněnými osobami obou smluvních stran. Podpis předávacího protokolu nemůže smluvní strana odmítnout, jinak se má za to, že marným uplynutím 3. pracovního dne po výzvě druhé smluvní strany k podpisu předávacího protokolu je dokument závazný a schválen.
- 6.4 Akceptační procedura Díla bude zahrnovat průběžné akceptační testy, které budou probíhat na základě Specifikace akceptačních testů. Specifikace akceptačních testů musí umožňovat ověření, že Dílo má požadované vlastnosti dohodnuté touto Smlouvou. Objednatel si vyhrazuje právo provést v součinnosti s Dodavatelem i své vlastní ověřovací testy, které nevyplývají z Přílohy č. 9 Smlouvy a/nebo Specifikace akceptačních testů a jejichž výsledek nemá dopad na vlastní finální akceptaci Díla.
- 6.5 Nedohodnou-li se smluvní strany jinak, přípravu podkladů, scénářů a příkladů pro akceptační testy zajistí Dodavatel za součinnosti Objednatele, a to s ohledem na účel akceptační procedury dle odst. 6.4 Smlouvy.
- 6.6 Dodavatel vyzve Objednatele k účasti na akceptační proceduře nejméně 5 pracovních dní před jejím zahájením, nedohodnou-li se smluvní strany jinak. O průběhu akceptačních testů vyhotoví Dodavatel písemný záznam, v němž zejména uvede, zda testy prokázaly chyby či vady, včetně popisu těchto chyb a vad. Objednateli budou poskytnuty kopie veškerých dokumentů vypracovaných v souvislosti s provedením akceptačních testů.
- 6.7 Jestliže Dodavatel splní milník č. 12 ve smyslu Přílohy č. 2 Smlouvy, zavazuje se Dodavatel nejpozději v den následující splnění milníku č. 12 umožnit Objednateli Dílo převzít a Objednatel se zavazuje k jeho převzetí. Smluvní strany se zavazují o tomto převzetí sepsat finální akceptační protokol, ve kterém mimo jiné uvedou, zda bylo Dílo předáno bez vad a Objednatelem převzaté bez výhrad, nebo zda bylo převzato s výhradami. Účinky předání a převzetí nastávají ke dni předání a převzetí Díla, za předpokladu, že Dílo bude Objednatelem převzato, ať již bez výhrad nebo s výhradami. Samotný podpis finálního akceptačního protokolu tedy nemá právní následky na včasnost dokončení Díla ze strany
-

Dodavatele. Smluvní strany dále sepíší písemný protokol o ukončení přístupu Dodavatele do Datového sálu Objednatele, jak je uvedeno v odst. 4.5 Smlouvy.

6.8 Vzor finálního akceptačního protokolu podle odst. 6.7 poskytne Objednatel.

6.8.1 Finální akceptační protokol bude obsahovat alespoň:

- Označení Smlouvy,
- označení smluvních stran,
- předmět Smlouvy,
- soupis předaného plnění ve formě položkového rozpočtu za účelem pozdější inventarizace a správy pořízeného plnění v průběhu jeho životního cyklu, a to v podrobnostech domluvených smluvními stranami;
- datum akceptace (splnění) Díla,
- podpisy oprávněných osob za smluvní strany.

6.9 Nejpozději v den předání finálně dokončeného Díla je Dodavatel povinen předat Objednateli veškerou dokumentaci Díla dle této Smlouvy.

6.10 Část Díla odpovídající zaškolení osob Objednatele Dodavatelem bude považována za převzatou Objednatelem řádným dokončením zaškolení, předání prezenční listiny Objednateli je sice smluvní povinností Dodavatele, nemá však právní následky na provedení Díla, obdobně jako dle odst. 6.7 Smlouvy. Dodavatel předloží prezenční listinu o vykonání školení u všech osob, kterých se mělo zaškolení týkat, prezenční listina zahrnuje seznam účastníků školení, kteří ji po ukončení příslušného školení podepíší.

7. DALŠÍ POVINNOSTI DODAVATELE

7.1 Dodavatel se dále zavazuje:

- 7.1.1 poskytovat plnění podle této Smlouvy řádně a včas, zejména je povinen Dílo předat k akceptační proceduře se zohledněním termínů stanovených touto Smlouvou pro předání Díla a v takové podobě, aby splnilo požadovaná akceptační kritéria;
 - 7.1.2 poskytovat plnění dle této Smlouvy nebo části tohoto plnění s odbornou péčí odpovídající podmínkám sjednaným v této Smlouvě;
 - 7.1.3 upozorňovat Objednatele včas na všechny hrozící vady svého plnění či potenciální výpadky, jakož i poskytovat Objednateli veškeré informace, které jsou pro plnění Smlouvy nezbytné;
 - 7.1.4 neprodleně oznámit písemnou formou Objednateli překážky, které mu brání v plnění předmětu Smlouvy a výkonu dalších činností souvisejících s plněním předmětu Smlouvy;
 - 7.1.5 do 3 pracovních dnů poté, co se o takové skutečnosti Dodavatel dozví, upozornit Objednatele na potenciální rizika vzniku škod a včas a řádně dle svých možností provést taková opatření, která riziko vzniku škod zcela vyloučí nebo sníží;
 - 7.1.6 postupovat při poskytování plnění podle této Smlouvy s odbornou péčí a aplikovat procesy „best practice“;
 - 7.1.7 poskytnout součinnost k zajištění veškerých potřebných povolení Objednatele či dle pokynu Objednatele provést jakákoliv potřebná ohlášení ve vztahu k orgánům veřejné správy tak, aby bylo zajištěno splnění účelu této Smlouvy;
 - 7.1.8 poskytnout Objednateli či Objednatelem určeným třetím osobám nezbytnou součinnost, přičemž se tím myslí především třetí osoby, které se na základě
-

- smluvního vztahu podílejí na provozu Datového sálu; součinnost a spolupráce Dodavatele musí být poskytnuta zejména v oblastech přípravy a implementace Systému do dalších systémů Objednatele v Datovém sále, a při následném provozování Systému ve vztahu k nezbytným provozním požadavkům a odstávkám;
- 7.1.9 umožnit přítomnost zástupce Objednatele a zástupce Objednatelem určených třetích osob u kterékoliv fáze instalace Díla v Datovém sále;
 - 7.1.10 informovat Objednatele o plnění svých povinností podle této Smlouvy a o důležitých skutečnostech, které mohou mít vliv na výkon práv a plnění povinností smluvních stran;
 - 7.1.11 zajistit, aby všechny osoby podílející se na plnění jeho závazků z této Smlouvy, které se budou zdržovat v prostorách nebo na pracovištích Objednatele, dodržovaly účinné právní předpisy o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci, hygienické předpisy, předpisy o požární ochraně na pracovišti a o ochraně životního prostředí, a veškeré interní předpisy Objednatele, s nimiž Objednatel Dodavatele obeznámil. Pro vyloučení pochybností se uvádí, že Dodavatel odpovídá za kvalifikaci a zdravotní způsobilost všech svých pracovníků i pracovníků svých případných poddodavatelů. Na požadavek Objednatele a všude tam, kde to vyplývá z obecně platných předpisů, je dále Dodavatel povinen předložit Objednateli na vyžádání Objednatele nebo kontrolních orgánů i v průběhu provádění prací na Díle průkaz platné kvalifikace k prováděným pracím a oprávnění k výrobě vyhrazených technických zařízení;
 - 7.1.12 chránit práva duševního vlastnictví Objednatele a třetích osob;
 - 7.1.13 upozorňovat Objednatele v odůvodněných případech na případnou nevhodnost pokynů Objednatele;
 - 7.1.14 dbát zásad bezpečnosti, a jejich dodržení zajistit bezpečnost procesně, organizačně i technicky;
 - 7.1.15 počínat si tak, aby jeho činností nedošlo k ohrožení/škodě na majetku nebo ohrožení zdraví osob a předcházet těmto rizikům;
 - 7.1.16 počínat si tak, aby jeho činností nedošlo k poškození již instalovaných zařízení, či k ovlivnění provozu, funkčnosti a bezpečnosti jiných provozovaných systémů Objednatele;
 - 7.1.17 systematicky a od počátku zajišťovat taková opatření, aby byla minimalizována bezpečnostní rizika, a aby bylo zabráněno neoprávněnému přístupu či průniku do Systému, ke službě systémové podpory či k datům, které jsou obsaženy v Systému, a dále zajistit, aby oprávněné přístupy byly povoleny pouze v nezbytném rozsahu a po nezbytnou dobu;
 - 7.1.18 zajistit, aby veškeré součásti Díla splňovaly ve vztahu ke klimatickým podmínkám Datového sálu a energetické náročnosti jejich provozu parametry uvedené v Technické specifikaci, přičemž Dodavatel se výslovně zavazuje nahradit Objednateli veškeré skutečné a prokazatelné náklady, které mu vzniknou v důsledku porušení tohoto ustanovení, přičemž tato povinnost se uplatní po celou dobu užívání příslušné části Díla Objednatelem.
- 7.2 Dodavatel bere na vědomí, že úhrada všech nákladů spojených s provedením Díla či poskytováním záruky dle podmínek sjednaných v čl. 11 Smlouvy je nedílnou součástí plnění a potvrzuje, že tyto byly zahrnuty do ceny Díla dle této Smlouvy. Objednatel si vyhrazuje právo kontrolovat stav provádění Díla a celý průběh plnění této Smlouvy a
-

sledovat jeho kvalitu. K tomu budou sloužit kontrolní dny. Z každého kontrolního dne vznikne zápis odsouhlasený oběma smluvními stranami. Četnost kontrolních dnů bude stanovena na základě dohody smluvních stran.

- 7.3 Dodavatel se dále zavazuje udržovat v platnosti a účinnosti po celou dobu trvání účinnosti této Smlouvy, a to včetně doby trvání záruky k Dílu, pojistnou smlouvu (nebo smlouvy, dále pro zjednodušení uváděné jen v jednotném čísle), jejímž předmětem je pojištění odpovědnosti za újmu způsobenou Dodavatelem třetí osobě (zejména, nikoli však výlučně Objednateli) porušením jeho smluvních povinností, dále pojištění odpovědnosti za újmu způsobenou provozní činností Dodavatele a vadou výrobku. Současně musí pojištění krýt jakoukoli újmu způsobenou na zdraví, životě a případně na jiných přirozených právech třetích osob. Limit pojistného plnění vyplývající z uvedené pojistné smlouvy nesmí být nižší než 100.000.000,- Kč a míra spoluúčasti Dodavatele vyšší než 10 % z celkové částky pojistného plnění. Na požádání je Dodavatel povinen Objednateli takovou smlouvu či certifikát o pojištění splňující výše uvedené požadavky předložit, a to nejpozději do 30 dní od doručení písemné výzvy Objednatele.
- 7.4 Pro vyloučení pochybností se uvádí, že za plnění Dodavatele se považuje rovněž plnění prostřednictvím poddodavatelů.
- 7.5 V případě, že by poskytování plnění dle této Smlouvy mělo za následek vznik odpadu, Dodavatel se zavazuje veškerý odpad vzniklý při plnění sjednané činnosti odstranit v souladu se zákonem č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a dalšími souvisejícími předpisy. Dodavatel se zavazuje odstranit odpad vzniklý při plnění této Smlouvy nejpozději do 5 pracovních dnů od vzniku odpadu, přičemž odpad nesmí zůstat v Datovém sále více než 24 hodin. Obdobně je Dodavatel povinen postupovat při likvidaci obalů.
- 7.6 Dodavatel se zavazuje postupovat při plnění této Smlouvy tak, aby při něm nedošlo ke škodám na Díle a na majetku Objednatele nebo třetích osob v místě plnění nebo v jeho blízkosti. Za tímto účelem se Dodavatel zavazuje zejména udržovat při provádění Díla v místě realizace i v jeho okolí pořádek, a to na své náklady.

8. ZVLÁŠTNÍ POVINNOSTI SPOJENÉ S REŽIMEM FINANCOVÁNÍ

- 8.1 Dodavatel se zavazuje k povinnosti poskytnout řídicímu orgánu OP JAK, tedy České republice – Ministerstvu školství, mládeže a tělovýchovy (dále jen „ŘO OP JAK“), případně dalším kontrolním orgánům veřejné správy podle platných právních předpisů, přístup i k těm částem nabídek, smluv a souvisejících dokumentů, které podléhají ochraně podle zvláštních právních předpisů v případech, kdy je to nezbytné s ohledem na požadavky kladené právními předpisy (např. § 8 až 10 zákona č. 255/2012 Sb., o kontrole /kontrolní řád/, ve znění pozdějších předpisů).
- 8.2 Dodavatel se zavazuje k povinnosti poskytnout ŘO OP JAK oprávnění způsobem stanoveným v předchozím odstavci kontrolovat i případné své poddodavatele.
- 8.3 Dodavatel se zavazuje k povinnosti archivovat veškeré písemnosti související s provedením Plnění podle této Smlouvy, a kdykoli po tuto dobu Objednateli umožnit přístup k těmto archivovaným písemnostem, a to do 1. 1. 2037, pokud český právní řád nestanoví pro některé dokumenty lhůtu delší. Objednatel je oprávněn po uplynutí deseti let od ukončení Plnění podle této Smlouvy od Dodavatele výše uvedené dokumenty bezplatně převzít.
- 8.4 Dodavatel bere na vědomí, že Objednatel je povinen dodržet požadavky na publicitu v rámci programů strukturálních fondů stanovené v čl. 9 nařízení Komise (ES)

č. 1828/2006 a Pravidel pro publicitu v rámci OP JAK, a to ve všech relevantních dokumentech týkajících se daného zadávacího řízení či postupu.

- 8.5 Dodavatel se zavazuje poskytnout veškerou potřebnou součinnost a spolupráci při výkonu finanční kontroly podle zákona č. 320/2001 Sb., o finanční kontrole ve veřejné správě a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Dodavatel se zavazuje zajistit splnění této povinnosti také u svých poddodavatelů.

9. PŘEDCHÁZENÍ MORÁLNÍMU ZASTARÁVÁNÍ TECHNOLOGIÍ

- 9.1 Smluvní strany berou na vědomí, že s ohledem na vývoj na poli informačních a komunikačních technologií může v průběhu tvorby Systému docházet k zastarání či jiné nevhodnosti technologií, které mají být Dodavatelem dodány v rámci plnění této Smlouvy (dále jen „**morální zastarání**“).
- 9.2 Za morálně zastaralou podle této Smlouvy se považuje ta technologie, která se v době ověření aktuálnosti dle odst. 9.3 Smlouvy nachází na nižším stupni technologického vývoje, než na kterém se nacházela ke dni zařazení do Technické specifikace, a u níž je z tohoto důvodu možné objektivně předpokládat, že sestavoval-li by Dodavatel nebo jiný rozumně jednající subjekt Technickou specifikaci v době kontroly, nezařadil by zde tuto technologii, ale použil by technologii přiměřeně vyspělejší. Za morálně zastaralou technologii se tak považují zejména případy, kdy:
- 9.2.1 je možné za pořizovací cenu, která není vyšší než nabídková cena původní technologie, pořídit vyspělejší produkty (čímž se rozumí produkty, které disponují podstatně lepšími technickými parametry); nebo
- 9.2.2 ve vztahu k původní technologii byla ukončena výroba či bylo ukončeno poskytování přidružených služeb, zejména podpory produktu výrobcem či ukončení výroby náhradních dílů; nebo
- 9.2.3 původní technologie není kompatibilní s dalšími technologiemi použitými pro realizaci Díla.
- 9.3 Objednatel je oprávněn nejpozději do termínu milníku č. 5 písemně vyzvat Dodavatele, aby provedl ověření aktuálnosti technologií, které mají být podle Technické specifikace dodány, a ověřil, že nejsou morálně zastaralé. Dodavatel je povinen sdělit výsledky kontroly Objednateli ve lhůtě 5 pracovních dnů.
- 9.4 V případě, že se v okamžiku ověření budou v Technické specifikaci nacházet technologie, které jsou morálně zastaralé, zavazuje se Dodavatel nahradit zastaralou technologii jinou technologií, která bude splňovat kritéria morální nezastaralosti.
- 9.5 V případě, že dojde k nahrazení technologie dle odst. 9.4 Smlouvy, je Dodavatel povinen zajistit, aby byly provedeny veškeré další úpravy Technické specifikace pro zachování řádné funkčnosti Díla.
- 9.6 Dodavatel není oprávněn v souvislosti s nahrazením morálně zastaralých technologií zvýšit cenu jakékoliv části Díla. Nahrazení morálně zastaralých technologií je součástí Díla dle této Smlouvy, konkrétně části Implementace Systému.
- 9.7 V případě, že mezi smluvními stranami nastane rozpor ohledně otázek týkajících se tohoto čl. 9 Smlouvy, zavazují se smluvní strany tyto rozpory odstranit posudkem soudního znalce v oboru kybernetika, výpočetní technika, na jehož osobě se smluvní strany dodatečně pro tento účel dohodnou. Obstarání posudku od Objednatel a Dodavatelem odsouhlaseného znalce bude povinností Dodavatele.
-

- 9.8 Náklady na pořízení posudku nese ta strana, která ve sporu dle odst. 9.7 Smlouvy podle posudku znalce neměla úspěch. Pokud není možné jednoznačně určit, která strana měla ve sporu úspěch, nesou smluvní strany náklady rovným dílem.
- 9.9 V případě, že k nahrazení morálně zastaralých technologií dojde před splněním milníku č. 5, není Dodavatel oprávněn požadovat úpravu Harmonogramu plnění dle této Smlouvy. Pro tuto úpravu se použijí ustanovení čl. 5 Smlouvy přiměřeně.

10. VLASTNICKÁ A AUTORSKÁ PRÁVA

- 10.1 K Dílu a jeho jednotlivým částem, kterými jsou movité věci, nabývá Objednatel vlastnické právo dnem akceptace Díla jako celku ve smyslu odst. 6.7 Smlouvy Objednatelem, tj. splněním milníku „12. *Komplexní dodávka Systému*“, a to na základě písemného finálního akceptačního protokolu ve smyslu odst. 6.7 Smlouvy podepsaného oprávněnými osobami obou smluvních stran. Nebezpečí škody na Díle, jakož i všech předaných věcech, přechází na Objednatele dnem nabytí vlastnického práva k Dílu dle předchozí věty tohoto odstavce. Do doby přechodu vlastnického práva k Dílu je Dodavatel povinen zajistit ochranu Díla a všech jeho částí před poškozením. Dodavatel je povinen druh i rozsah použití ochranných prostředků zvolit způsobem, aby byl dostatečný k ochraně Díla před poškozením nebo zničením, a ochranu nepřetržitě zajišťovat až do doby přechodu nebezpečí škody na Díle. Objednatel je povinen Dodavateli k zajištění splnění povinnosti dle tohoto odst. 10.1 Smlouvy poskytnout potřebnou součinnost. O vhodnosti zvolených ochranných prostředků nebo jejich případném poškození se Dodavatel zavazuje informovat Objednatele v rámci kontrolních dnů dle odst. 7.2 Smlouvy, a v případě připomínek Objednatele k vhodnosti či dostatečnosti užitých ochranných prostředků se Dodavatel zavazuje ochranné prostředky uzpůsobit požadavkům Objednatele. Objednatel se zároveň zavazuje Dodavateli v případě vzniku škody na Díle před jeho dokončením poskytnout všechny dostupné záznamy, ze kterých by mohl být zřejmý původ škody (záznamy přístupu do Datového sálu a přilehlých prostor, kamerové záznamy Datového sálu a přilehlých prostor, záznamy ze systému měření a regulace apod.) a v průběhu provádění Díla poskytnout Dodavateli součinnost při zajištění předcházení vzniku případné škody. Pro vyloučení pochybností se uvádí, že veškeré ochranné prostředky budou odstraněny k termínu akceptace Díla jako celku ve smyslu odst. 6.7 Smlouvy, pokud Objednatel nestanoví jinak.
- 10.2 Dodavatel se zavazuje zajistit, aby ve vztahu ke každé součásti Systému bylo Objednateli poskytnuto právo řádně užívat tyto části Systému v souladu s jeho určením a aby právo Systém dále modifikovat nebylo dotčeno nároky Dodavatele.

11. ZÁRUKA A ODPOVĚDNOST ZA VADY

- 11.1 Dodavatel poskytuje záruku, že Dílo má ke dni předání Objednateli funkční vlastnosti a je způsobilé k použití pro účely stanovené v této Smlouvě nebo v souladu s touto Smlouvou.
- 11.2 Dodavatel poskytuje záruku za jakost a záruku, že Dílo si zachová vlastnosti dle odst. 11.1 této Smlouvy po dobu trvání záruční doby. Záruční doba začíná svůj běh ode dne finální akceptace Díla a trvá po dobu 5 let ode dne splnění milníku „12. *Komplexní dodávka Systému*“.
- 11.3 Závazné podmínky poskytování záruky po dobu trvání záruční doby dle předchozího odstavce jsou stanoveny v Příloze č. 5 této Smlouvy. Pro vyloučení pochybností se uvádí, že záruka je s ohledem na předmět plnění této Smlouvy jeho součástí a je poskytována bez nároku Dodavatele na finanční plnění.
- 11.4 Vady Díla budou odstraňovány dle následujících pravidel:

- 11.4.1 Dodavatel zahájí řešení odstranění vady kategorie A, tj. vady, která zcela nebo podstatným způsobem znemožňuje užívání Díla, okamžitě po jejím nahlášení, s tím, že vadu do 24 hodin od jejího nahlášení odstraní nebo poskytne akceptovatelné náhradní řešení.
- 11.4.2 Dodavatel zahájí řešení odstranění vady kategorie B, tj. vady, která nebrání užívání Díla, ale podstatným způsobem jej omezuje, nebo která vytváří riziko znemožnění užívání Díla, maximálně do 2 hodin od jejího nahlášení s tím, že vadu do 72 hodin od jejího nahlášení odstraní nebo poskytne akceptovatelné náhradní řešení, nedohodnou-li se smluvní strany písemně jinak.
- 11.4.3 Dodavatel zahájí řešení odstranění vady kategorie C, tj. vady, která není vadou kategorie A ani B, maximálně do 24 hodin od jejího nahlášení s tím, že termín odstranění vady nepřekročí 9 kalendářních dnů od jejího nahlášení, nedohodnou-li se smluvní strany písemně jinak.
- 11.4.4 Náhradní řešení vady kategorie A se považuje za nahlášenou vadu kategorie B a náhradní řešení vady kategorie B se považuje za nahlášenou vadu kategorie C; přípustné je jen to náhradní řešení, které skutečně umožňuje změnu kategorizace vady, nedohodnou-li se smluvní strany prostřednictvím svých oprávněných osob v odůvodněných případech jinak.
- 11.4.5 V případě, že odstranění vady kterékoliv kategorie vyžaduje odstávku Díla, podá Dodavatel písemně požadavek na odstávku Díla. Odstranění vady proběhne, pouze pokud požadavek bude schválen Objednatelem a odstávka proběhne v termínu stanoveném Objednatelem. Doba mezi podáním požadavku na odstávku a zahájením odstávky Díla se nezapočítává do lhůty pro odstranění vady.
- 11.4.6 Dodavatel bude vady kterékoliv kategorie odstraňovat 24 hodin denně 7 dní v týdnu, nedohodnou-li se strany jinak.
- 11.4.7 Pro vyloučení pochybností se uvádí, že za podstatným způsobem omezující jsou považovány vady, které způsobí zhoršení parametrů Díla o více než 20 % v porovnání s parametry validovanými v rámci akceptace Díla.
- 11.4.8 Pro vyloučení pochybností se uvádí, že za vady, které vytváří riziko znemožnění užívání Díla, jsou považovány vady, které způsobí ztrátu redundance nebo dostupnosti Díla v částech, kde zadávací podmínky tuto redundanci nebo dostupnost explicitně stanovují.
- 11.4.9 Objednatel je oprávněn v průběhu trvání vady na základě zjištění nových skutečností změnit kategorii vady.
- 11.4.10 Objednatel je oprávněn více současně trvajících vad nahlásit jako novou vadu jiné kategorie než trvajících vad.
- 11.4.11 V případě pochybností o kategorizaci vady rozhoduje Objednatel.
- 11.4.12 Smluvní strany konstatují, že Objednatel není povinen vady nahlásit Dodavateli v určité lhůtě od jejich zjištění, avšak zavazuje se Objednatelem zjištěné vady hlásit bez zbytečného prodlení. Nahlášení či nenahlášení vady ze strany Objednatele není rozhodné pro povinnost Dodavatele odstranit na Díle vzniklé vady a nijak Dodavatele nezbavuje této povinnosti.
- 11.4.13 Doba od nahlášení vady kategorie A nebo B do jejího odstranění se do trvání záruční doby nezapočítává.
- 11.4.14 Za 365 kalendářních dní může dojít k nejvýše 8 případům vad kategorie A; vady Díla způsobené Objednatelem úmyslně nebo z jeho hrubé nedbalosti, nebo kdy
-

úmyslně či z hrubé nedbalosti Objednatel umožní třetí osobě způsobit vadu Díla, se do maximálního počtu vad nezapočítávají.

11.4.15 Za 365 kalendářních dní může dojít k nejvýše 16 případům vad kategorie B; vady Díla způsobené Objednatelem úmyslně nebo z jeho hrubé nedbalosti, nebo kdy úmyslně či z hrubé nedbalosti Objednatel umožní třetí osobě způsobit vadu Díla, se do maximálního počtu vad nezapočítávají.

11.4.16 Za 365 kalendářních dní může dojít k nejvýše 264 hodinám odstávek Systému, přičemž z tohoto počtu může být neplánovaných odstávek pouze v rozsahu 120 hodin. Za odstávku Systému se považuje každá, byť i započatá hodina, kdy v důsledku plánovaných či neplánovaných oprav, updatů či obdobných činností na Systému není Systém přístupný pro uživatele. Takto má být zajištěna celková dostupnost Systému. Za odstávku Systému je považována i vada dle předchozích odstavců tohoto článku Smlouvy, a to v případě, že vada svou povahou a rozsahem způsobí nefunkčnost Systému.

11.4.17 První perioda 365 kalendářních dnů pro stanovování celkového počtu vad jednotlivých kategorií ve smyslu odst. 11.4.14 a 11.4.15 a odstávek ve smyslu odst. 11.4.16 tohoto článku Smlouvy začíná od milníku „12. Komplexní dodávka Systému“. Další periody, každá vždy o délce trvání 365 kalendářních dnů, navazují bezprostředně na konec periody předchozí. Počty vad Díla způsobených Objednatelem úmyslně nebo z jeho hrubé nedbalosti, nebo kdy úmyslně či z hrubé nedbalosti Objednatel umožní třetí osobě způsobit vadu Díla, se do kumulativního počtu vad nezapočítává.

11.5 Dodavatel prohlašuje, že veškeré jeho Dílo dodané dle této Smlouvy bude prosté právních vad a zavazuje se Objednateli poskytnout veškerou obranu a ochranu před nároky třetích osob, jakož i odškodnit v plné výši Objednatele v případě, že třetí osoba uplatní autorskoprávní nebo jiný nárok plynoucí z právní vady poskytnutého plnění. V případě, že by nárok třetí osoby, bez ohledu na jeho oprávněnost, vedl k dočasnému či trvalému soudnímu zákazu či omezení užívání Díla či jeho podstatné části, zavazuje se Dodavatel zajistit náhradní řešení a minimalizovat dopady takovéto situace, nároky Objednatele na náhradu škody tím nejsou dotčeny.

11.6 Pro vyloučení pochybností se uvádí, že povinnost Dodavatele odstranit vadu Díla nezaniká v případě, kdy tuto vadu způsobil nesprávným užíváním či jiným způsobem úmyslně nebo z hrubé nedbalosti Objednatel nebo kdy úmyslně či z hrubé nedbalosti umožnil třetí osobě způsobit vadu Díla; tím není dotčena odpovědnost toho, kdo porušením svých právních povinností vadu způsobil, za škodu vzniklou v této souvislosti. Pro vyloučení pochybností je povinnost Objednatele nahradit škodu vyloučena v případech, kdy vadu Díla nezpůsobil úmyslně ani z hrubé nedbalosti.

11.7 Pro vyloučení pochybností se uvádí, že pokud není v této Smlouvě uvedeno jinak, řídí se odpovědnost za vady ustanovením § 2615 ve spojení s § 2099 a následujícími ustanoveními občanského zákoníku.

12. CENA A PLATEBNÍ PODMÍNKY

12.1 Cena Díla ve smyslu Smlouvy činí 195.000.000,- Kč bez DPH, DPH ve výši 21 % činí 40.950.000,- Kč. Celková cena Díla včetně DPH tedy činí 235.950.000,- Kč.

12.2 Cena dle této Smlouvy je stanovena jako finální a nepřekročitelná. Cenu lze měnit pouze v důsledku změny právních předpisů stanovujících výši daně z přidané hodnoty, a to v rozsahu daném touto změnou právních předpisů.

- 12.3 Pro vyloučení pochybností se uvádí, že cena dle odst. 12.1 Smlouvy zahrnuje veškeré náklady spojené s řádným poskytnutím plnění dle této Smlouvy a provedení všech činností a dodávek s tím souvisejících vymezených v rámci této Smlouvy a Technické specifikaci, včetně odměny za poskytnutí všech licencí a oprávnění dle této Smlouvy, ubytovacích a cestovních nákladů pracovníků Dodavatele podílejících se na poskytnutím plnění podle této Smlouvy. Cena dle odst. 12.1 Smlouvy zahrnuje též odměnu za splnění všech povinností Dodavatele sjednaných ve Smlouvě a za splnění všech povinností Dodavatele stanovených zákonem nebo pravidly OP JAK. Cena dle odst. 12.1 Smlouvy nezahrnuje pouze ta plnění, která se výslovně zavázal poskytnout jako svou součinnost Objednatel.
- 12.4 Řádně a včas dodané Dílo dle této Smlouvy je dokončeno splněním milníku č. 12 ve smyslu Přílohy č. 2 Smlouvy.
- 12.5 Cena Díla bude uhrazena po řádném dokončení Díla ve smyslu milníku „12. *Komplexní dodávka Systému*“, a to na základě Dodavatelem vystavené faktury dle podmínek ve smyslu následujících odstavců Smlouvy. Podmínkou pro fakturaci ceny Díla je akceptace Díla Objednatelem. Objednatel neposkytuje zálohy.
- 12.6 Platba dle této Smlouvy bude probíhat bankovním převodem, a to na základě faktury (daňového dokladu), kterou je Dodavatel oprávněn vystavit za podmínek stanovených v této Smlouvě a kterou odešle Objednateli neprodleně, nejpozději do 5 pracovních dnů po podpisu finálního akceptačního protokolu Díla dle odst. 6.7 této Smlouvy oprávněnými osobami obou smluvních stran, a to doporučeným dopisem na adresu sídla Objednatele nebo na e-mailovou adresu invoices@it4i.cz.
- 12.7 Lhůta splatnosti faktury, a tedy i lhůta splatnosti ceny je sjednána na 30 kalendářních dnů ode dne vystavení faktury Dodavatelem.
- 12.8 Faktura musí obsahovat náležitosti daňového dokladu uvedené v zákoně č. 235/2004 Sb., o dani z přidané hodnoty, ve znění pozdějších předpisů, musí v ní být uvedeno číslo Smlouvy a její přílohou musí být podepsaný finální akceptační protokol a musí obsahovat název Projektu a reg. číslo Projektu ve smyslu odst. 2.1 Smlouvy. Faktura dále musí obsahovat číslo interní objednávky Objednatele, přičemž toto číslo interní objednávky Objednatel sdělí Dodavateli ve lhůtě 10 pracovních dnů ode dne účinnosti Smlouvy. Pokud nebude faktura nebo její přílohy obsahovat stanovené náležitosti nebo v ní nebudou správně uvedené požadované údaje, je Objednatel oprávněn vrátit ji Dodavateli ve lhůtě její splatnosti s uvedením chybějících náležitostí nebo nesprávných údajů. V takovém případě se přeruší běh lhůty splatnosti a nová lhůta splatnosti počne běžet doručením opravené faktury Objednateli.
- 12.9 Peněžité částky se platí bankovním převodem na účet druhé smluvní strany uvedený ve faktuře. Peněžítá částka se považuje za zaplacenou dnem, kdy byla odepsána z účtu odesílatele ve prospěch účtu příjemce.
- 12.10 Dodavatel bere na vědomí, že Objednatel je povinen hradit částky dle přijatých faktur pouze na zveřejněné bankovní účty v registru plátců a identifikovaných osob. V případě, že Dodavatel nebude mít daný bankovní účet zveřejněný, zavazuje se Objednatel uhradit Dodavateli pouze část ceny odpovídající základu daně a část ceny odpovídající dani z přidané hodnoty uhradí až po zveřejnění příslušného účtu v registru plátců a identifikovaných osob, aniž by se dostal do prodlení s plněním svého závazku.
- 12.11 Stane-li se Dodavatel nespolehlivým plátcem ve smyslu zákona č. 235/2004 Sb., o dani z přidané hodnoty, ve znění pozdějších předpisů, je Objednatel povinen zaplatit Dodavateli pouze část ceny odpovídající základu daně. Část ceny odpovídající dani z přidané hodnoty je Objednatel povinen uhradit až po písemném doložení Dodavatele o
-

jeho úhradě příslušnému správci daně, aniž by se Objednatel dostal do prodlení s plněním svého závazku.

13. OPRAVNĚNÉ OSOBY

- 13.1 Každá ze smluvních stran jmenuje oprávněnou osobu, popř. zástupce oprávněné osoby. Oprávněné osoby budou zastupovat smluvní stranu ve smluvních, obchodních a technických záležitostech souvisejících s plněním této Smlouvy.
- 13.2 Oprávněné osoby jsou oprávněny jménem stran provádět veškeré úkony či právní jednání v rámci akceptačních procedur dle této Smlouvy a připravovat dodatky ke Smlouvě pro jejich písemné schválení osobám oprávněným zavazovat strany (statutárním orgánům), nebo jejich zplnomocněným zástupcům.
- 13.3 Oprávněné osoby nejsou zmocněny k právnímu jednání, jež by mělo za přímý následek změnu této Smlouvy nebo jejího předmětu.
- 13.4 Jména oprávněných osob jsou uvedena v Příloze č. 6 této Smlouvy a jejich role stanoví tato Smlouva.
- 13.5 Smluvní strany jsou oprávněny změnit oprávněné osoby, jsou však povinny na takovou změnu druhou smluvní stranu písemně upozornit. Zmocnění zástupce oprávněné osoby musí být písemné s uvedením rozsahu zmocnění.

14. SOUČINNOST A VZÁJEMNÁ KOMUNIKACE

- 14.1 Smluvní strany se zavazují vzájemně spolupracovat a předávat si veškeré informace potřebné pro řádné plnění svých závazků. Smluvní strany jsou povinny informovat druhou smluvní stranu o veškerých skutečnostech, které jsou nebo mohou být důležité pro řádné plnění této Smlouvy.
 - 14.2 Smluvní strany jsou povinny plnit své závazky vyplývající z této Smlouvy tak, aby nedocházelo k prodlení s plněním jednotlivých termínů a s prodlením splatnosti jednotlivých peněžních závazků.
 - 14.3 Veškerá komunikace mezi smluvními stranami bude probíhat prostřednictvím oprávněných osob dle čl. 13 této Smlouvy, statutárních orgánů smluvních stran, popř. jimi písemně pověřených pracovníků.
 - 14.4 Všechna oznámení mezi smluvními stranami, která se vztahují k této Smlouvě, nebo která mají být učiněna na základě této Smlouvy, musí být učiněna v písemné podobě a druhé straně doručena buď osobně, nebo doporučeným dopisem či jinou formou registrovaného poštovního styku na adresu uvedenou na titulní stránce této Smlouvy, není-li stanoveno nebo mezi smluvními stranami dohodnuto jinak. Nemá-li komunikace dle předchozí věty mít vliv na platnost a účinnost Smlouvy, připouští se též doručení prostřednictvím e-mailu na adresy uvedené v Příloze č. 6 této Smlouvy.
 - 14.5 Ukládá-li Smlouva doručit některý dokument v písemné podobě, může být doručen buď v tištěné podobě, nebo v elektronické (digitální) podobě jako dokument aplikace MS Word verze 2003 nebo vyšší, MS Excel 2003 nebo vyšší, či editovatelném PDF na dohodnutém médiu nebo dohodnutým zabezpečeným vzdáleným přenosem dat.
 - 14.6 Smluvní strany se zavazují, že v případě změny své poštovní nebo e-mailové adresy budou o této změně druhou smluvní stranu informovat nejpozději do tří pracovních dnů.
 - 14.7 Dodavatel se zavazuje ve lhůtě 10 dnů ode dne doručení odůvodněné písemné žádosti Objednatele o výměnu oprávněné osoby Dodavatele podílející se na plnění této Smlouvy,
-

s níž Objednatel nebyl z objektivního důvodu spokojen, nahradit tuto oprávněnou osobu jinou vhodnou osobou s odpovídající kvalifikací.

15. OCHRANA INFORMACÍ

- 15.1 Smluvní strany jsou si vědomy toho, že v rámci plnění závazků z této Smlouvy:
- 15.1.1 si mohou vzájemně vědomě nebo opominutím poskytnout informace, které budou považovány za důvěrné ve smyslu § 1730 občanského zákoníku (dále jen „**důvěrné informace**“),
 - 15.1.2 mohou jejich zaměstnanci a osoby v obdobném postavení získat vědomou činností druhé strany nebo i jejím opominutím přístup k důvěrným informacím druhé strany.
- 15.2 Smluvní strany se zavazují, že žádná z nich nezpřístupní třetí osobě důvěrné informace, které při plnění této Smlouvy získala od druhé smluvní strany. To neplatí, je-li jejich poskytnutí třetí osobě nezbytné pro plnění závazků z této Smlouvy.
- 15.3 Za třetí osoby se podle odst. 15.2 nepovažují:
- 15.3.1 zaměstnanci smluvních stran a osoby v obdobném postavení,
 - 15.3.2 orgány smluvních stran a jejich členové,
 - 15.3.3 ve vztahu k důvěrným informacím Objednatele poddodavatelé Dodavatele,
 - 15.3.4 ve vztahu k důvěrným informacím Dodavatele ŘO OP JAK a externí dodavatelé Objednatele,
- za předpokladu, že se podílejí na plnění této Smlouvy nebo na plnění spojeným s plněním dle této Smlouvy, důvěrné informace jsou jim zpřístupněny výhradně za tímto účelem a zpřístupnění důvěrných informací je v rozsahu nezbytně nutném pro naplnění jeho účelu a za stejných podmínek ve vztahu povinnosti mlčenlivosti těchto osob, jaké jsou stanoveny smluvním stranám v této Smlouvě, zejména s ohledem na odst. 15.6 Smlouvy.
- 15.4 Smluvní strany se zavazují v plném rozsahu zachovávat povinnost mlčenlivosti a povinnost chránit důvěrné informace vyplývající z této Smlouvy a též z příslušných právních předpisů, zejména povinnosti vyplývající ze zákona č. 110/2019 Sb., o zpracování osobních údajů, v účinném znění. Smluvní strany se v této souvislosti zavazují poučit veškeré osoby, které se na jejich straně budou podílet na plnění této Smlouvy, o výše uvedených povinnostech mlčenlivosti a ochrany důvěrných informací, a dále se zavazují vhodným způsobem zajistit dodržování těchto povinností všemi osobami podílejícími se na plnění této Smlouvy.
- 15.5 Budou-li informace poskytnuté Objednatelem či třetími stranami, které jsou nezbytné pro plnění dle této Smlouvy, obsahovat data podléhající režimu zvláštní ochrany podle zákona č. 110/2019 Sb., o zpracování osobních údajů, v účinném znění, zavazuje se Dodavatel zabezpečit splnění všech povinností, které citovaný zákon vyžaduje.
- 15.6 Veškeré důvěrné informace zůstávají výhradním vlastnictvím předávající strany a přijímající strana vyvine pro zachování jejich důvěrnosti a pro jejich ochranu stejné úsilí, jako by se jednalo o její vlastní důvěrné informace. S výjimkou rozsahu, který je nezbytný pro plnění této Smlouvy, se obě strany zavazují neduplikovat žádným způsobem důvěrné informace druhé strany, nepředat je třetí straně ani svým vlastním zaměstnancům a zástupcům s výjimkou těch, kteří s nimi potřebují být seznámeni, aby mohli plnit tuto
-

Smlouvu. Obě strany se zároveň zavazují nepoužít důvěrné informace druhé strany jinak než za účelem plnění této Smlouvy.

- 15.7 Nedohodnou-li se smluvní strany výslovně písemnou formou jinak, považují se za důvěrné implicitně všechny informace, které jsou anebo by mohly být součástí obchodního tajemství, tj. například, ale nejenom, popisy nebo části popisů technologických procesů a vzorců, technických vzorců a technického know-how, informace o provozních metodách, procedurách a pracovních postupech, obchodní nebo marketingové plány, koncepce a strategie nebo jejich části, nabídky, kontrakty, smlouvy, dohody nebo jiná ujednání s třetími stranami, informace o výsledcích hospodaření, o vztazích s obchodními partnery, o pracovníprávních otázkách a všechny další informace, jejichž zveřejnění přijímající stranou by předávající straně mohlo způsobit škodu.
- 15.8 Pokud jsou důvěrné informace poskytovány v písemné podobě anebo ve formě textových souborů na elektronických nosičích dat (médiích) nebo metodou vzdáleného přenosu dat, je předávající strana povinna upozornit přijímající stranu na důvěrnost takového materiálu jejím vyznačením alespoň na titulní stránce nebo přední straně média. Absence takového upozornění však nezpůsobuje zánik povinnosti ochrany takto poskytnutých informací.
- 15.9 Bez ohledu na výše uvedená ustanovení se za důvěrné nepovažují informace, které:
- 15.9.1 se staly veřejně známými, aniž by jejich zveřejněním došlo k porušení závazků přijímající smluvní strany či právních předpisů,
 - 15.9.2 měla přijímající strana prokazatelně legálně k dispozici před uzavřením této Smlouvy, pokud takové informace nebyly předmětem jiné, dříve mezi smluvními stranami uzavřené smlouvy o ochraně informací,
 - 15.9.3 jsou výsledkem postupu, při kterém k nim přijímající strana dospěje nezávisle a je to schopna doložit svými záznamy nebo důvěrnými informacemi třetí strany,
 - 15.9.4 po podpisu této Smlouvy poskytne přijímající straně třetí osoba, jež není omezena v takovém nakládání s informacemi,
 - 15.9.5 budou v souladu s § 219 ZZVZ uveřejněny na profilu Objednatele jako zadavatele Veřejné zakázky anebo uveřejněním Smlouvy v registru smluv, pokud Dodavatel postupem dle odst. 15.12 této Smlouvy neprokázal, že tyto informace není Objednatel povinen uveřejnit.
- 15.10 Za porušení povinnosti mlčenlivosti smluvní stranou se považují též případy, kdy tuto povinnost poruší kterákoliv z osob uvedených v odst. 15.3, které daná smluvní strana poskytla důvěrné informace druhé smluvní strany.
- 15.11 Ukončení účinnosti této Smlouvy z jakéhokoliv důvodu se nedotkne ustanovení tohoto čl. 15 Smlouvy a jejich účinnost přetrvá i po ukončení Smlouvy anebo po dobu 5 let od uplynutí záruční doby k Dílu, podle toho, která skutečnost nastane dříve.
- 15.12 Dodavatel je povinen nejpozději 2 pracovní dny před podpisem Smlouvy Objednateli písemně sdělit, které části této Smlouvy včetně jejich příloh představují obchodní tajemství Dodavatele podle § 504 občanského zákoníku či případně jiný údaj chráněný dle zvláštních právních předpisů s odůvodněním takového zařazení. Dodavatel bere na vědomí, že tento postup nelze uplatnit ve vztahu k výši skutečně uhrazené ceny za plnění této Smlouvy a k seznamu poddodavatelů Dodavatele. Části Smlouvy představující obchodní tajemství či jiné údaje chráněné dle zvláštních předpisů budou před uveřejněním Smlouvy zajištěny proti přečtení (začerněním apod.). V případě sporu mezi Objednatel a Dodavatelem ohledně rozsahu takto zneprístupněných částí Smlouvy je

Objednatel oprávněn uveřejnit jen nesporné části Smlouvy a zbývající poté, co postupem pro řešení sporů bude tato otázka mezi stranami vyřešena.

16. SANKČNÍ UJEDNÁNÍ

- 16.1 Pro případ prodlení Objednatele se zaplacením faktury je Dodavatel oprávněn požadovat zaplacení úroku z prodlení ve výši 0,05 % z dlužné částky za každý započatý den prodlení.
- 16.2 Smluvní strany se dále dohodly, že:
- 16.2.1 v případě prodlení Dodavatele se splněním milníků č. 8 nebo 12 uvedených v Harmonogramu plnění vzniká Objednateli nárok na smluvní pokutu ve výši 50.000,- Kč za každý i započatý den prodlení,
 - 16.2.2 v případě prodlení Dodavatele s odstraněním záruční vady kategorie A vzniká Objednateli nárok na smluvní pokutu ve výši 5.000,- Kč za každou i započatou hodinu prodlení,
 - 16.2.3 v případě prodlení Dodavatele s odstraněním záruční vady kategorie B vzniká Objednateli nárok na smluvní pokutu ve výši 1.000,- Kč za každou i započatou hodinu prodlení,
 - 16.2.4 v případě prodlení Dodavatele s odstraněním záruční vady kategorie C vzniká Objednateli nárok na smluvní pokutu ve výši 2.600,- Kč za každý i započatý den prodlení,
 - 16.2.5 v případě překročení kumulativního počtu všech záručních vad kategorie A dle odst. 11.4.14 Smlouvy vzniká Objednateli nárok na smluvní pokutu ve výši určené částkou 30.000,- Kč za každou vadu nad stanovený maximální počet,
 - 16.2.6 v případě překročení kumulativního počtu všech záručních vad kategorie B dle odst. 11.4.15 Smlouvy vzniká Objednateli nárok na smluvní pokutu ve výši určené částkou 5.000,- Kč za každou vadu nad stanovený maximální počet,
 - 16.2.7 v případě překročení kumulativního počtu všech odstávek Systému dle odst. 11.4.16 Smlouvy, v případě, že se zároveň nebude jednat o vadu některé z kategorií dle odst. 11.4 Smlouvy, vzniká Objednateli nárok na smluvní pokutu ve výši určené částkou 5.000,- Kč za každou i započatou hodinu odstávky nad stanovený maximální počet,
 - 16.2.8 v případě, že Dodavatel včas nepředloží pojistnou smlouvu či certifikát o pojištění dle odst. 7.3 Smlouvy, nebo se prokáže, že kdykoliv po dobu uvedenou v první větě tohoto odstavce nebyl pojištěný v souladu s touto Smlouvou, je Objednatel oprávněn požadovat smluvní pokutu ve výši 250.000,- Kč za každých započatých 14 za sebou jdoucích dní prodlení s předložením jakékoliv pojistné smlouvy, pokud pojištění v době prodlení trvalo, nebo za každých započatých 14 za sebou jdoucích dní období, kdy Dodavatel nebyl pojištěný v rozporu s touto Smlouvou,
 - 16.2.9 v případě, že Dodavatel poruší povinnost řádně a v termínech stanovených dle odst. 7.5 Smlouvy likvidovat či odstranit odpad či obal, vzniká Objednateli nárok na smluvní pokutu ve výši 10.000,- Kč za každý i započatý den prodlení s dodržáním stanovených termínů,
 - 16.2.10 v případě, že Dodavatel poruší kteroukoliv z povinností stanovených v odstavcích 7.1.8, 7.1.9, 7.1.10, 7.1.11, 7.1.14, 7.1.16, 7.1.17 nebo 7.1.18 Smlouvy, vzniká Objednateli nárok na smluvní pokutu ve výši 20.000,- Kč za každý jednotlivý případ porušení takovéto povinnosti; v případě, že porušení povinnosti je
-

charakteru trvajícího závadného stavu, je jednotlivým případem každý započatý den trvání závadného stavu.

- 16.3 Poruší-li smluvní strana povinnost vyplývající z této Smlouvy ohledně ochrany obchodního tajemství a důvěrných informací dle čl. 15 této Smlouvy, je smluvní strana jejíž obchodní tajemství bylo takto vyraženo oprávněna po druhé smluvní straně požadovat zaplacení smluvní pokuty ve výši 100.000,- Kč za každé porušení takové povinnosti.
- 16.4 Smluvní strany výslovně omezují celkovou souhrnnou výši smluvních pokut, jejichž zaplacení je kterákoliv smluvní strana oprávněna po druhé smluvní straně požadovat, a to na celkovou částku ve výši odpovídající 10 % z ceny Díla bez DPH dle odst. 12.1 Smlouvy.

17. NÁHRADA ŠKODY

- 17.1 Každá ze stran nese odpovědnost za způsobenou škodu v rámci platných právních předpisů a této Smlouvy, a to bez ohledu na skutečnost, zda měla být či byla tato odpovědnost předmětem pojistné smlouvy ve smyslu odst. 7.3 Smlouvy. Obě strany se zavazují k vyvinutí maximálního úsilí k předcházení škodám a k minimalizaci vzniklých škod. Pro vyloučení pochybností se uvádí, že smluvní strana je oprávněna požadovat pouze náhradu skutečné škody ve smyslu § 2952 občanského zákoníku.
 - 17.2 Žádná ze stran neodpovídá za škodu, která vznikla v důsledku věcně nesprávného nebo jinak chybného zadání, které obdržela od druhé strany. V případě, že Objednatel poskytl Dodavateli chybné zadání a Dodavatel s ohledem na svou povinnost poskytovat plnění s odbornou péčí mohl a měl chybnost takového zadání zjistit, smí se ustanovení předchozí věty dovolávat pouze v případě, že na chybné zadání Objednatele písemně upozornil a Objednatel trval na původním zadání.
 - 17.3 Žádná ze smluvních stran nemá povinnost nahradit škodu způsobenou porušením svých povinností vyplývajících z této Smlouvy, bránila-li jí v jejich splnění některá z překážek vylučujících povinnost k náhradě škody ve smyslu § 2913 odst. 2 občanského zákoníku.
 - 17.4 Smluvní strany se zavazují upozornit druhou smluvní stranu bez zbytečného odkladu na vzniklé okolnosti vylučující odpovědnost bránící řádnému plnění této Smlouvy. Smluvní strany se zavazují k vyvinutí maximálního úsilí k odvrácení a překonání okolností vylučujících odpovědnost.
 - 17.5 Případná náhrada škody bude zaplacena v měně platné na území České republiky, přičemž pro propočet na tuto měnu je rozhodný kurz České národní banky ke dni vzniku škody.
 - 17.6 Odchylně od § 2050 občanského zákoníku se strany dohodly, že sjednání jakékoli smluvní pokuty se nedotýká práva na náhradu škody vzniklé z porušení povinnosti, ke kterému se smluvní pokuta vztahuje, a nárok na náhradu škody může být uplatněn nezávisle na smluvní pokutě až do výše omezené touto Smlouvou.
 - 17.7 Sankce i náhrada způsobené škody jsou splatné do 30 kalendářních dnů ode dne doručení písemné výzvy k zaplacení společně s příslušnou fakturou smluvní straně, která je povinná příslušnou sankci nebo náhradu škody zaplatit.
 - 17.8 Smluvní pokuta dle této Smlouvy se nezapočítává na úhradu škody, která vznikla v souvislosti s porušením povinností stanovených touto Smlouvou, a tyto nároky lze uplatňovat nezávisle na sobě v plné výši s tím, že se smluvní strany výslovně dohodly, že výše náhrady škody a uhrazených smluvních pokut zaplacených jednou smluvní stranou nepřesáhne s ohledem na odst. 16.4 a odst. 17.9 hodnotu 110 % ceny Díla bez DPH dle
-

odst. 12.1 Smlouvy. V případě, kdy by jakákoliv smluvní pokuta byla snížena soudem, zůstává Objednateli zachováno právo na náhradu škody ve výši, v jaké škoda převyšuje částku určenou soudem jako přiměřenou, a to v rozsahu daném v souladu s touto Smlouvou.

- 17.9 Smluvní strany se dohodly, že omezují právo na náhradu škody, která může při plnění této Smlouvy jedné smluvní straně vzniknout, a to na celkovou částku odpovídající 100 % z ceny Díla bez DPH dle odst. 12.1 Smlouvy. Ustanovení § 2898 občanského zákoníku však tímto není dotčeno.

18. PLATNOST A ÚČINNOST SMLOUVY

- 18.1 Tato Smlouva nabývá platnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami. Účinnosti nabývá Smlouva dnem uveřejnění v registru smluv ve smyslu příslušných ustanovení zákona č. 340/2015 Sb., o zvláštních podmínkách účinnosti některých smluv, uveřejňování těchto smluv a o registru smluv (zákon o registru smluv), ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon o registru smluv“). Pro tento případ smluvní strany uvádějí, že pokud tato Smlouva obsahuje obchodní tajemství ve smyslu ustanovení § 504 občanského zákoníku, je za obchodní tajemství smluvními stranami považováno to ustanovení, které bylo smluvními stranami znečitelněno ve smyslu odst. 15.12 Smlouvy. S ohledem na toto ustanovení Smlouvy se smluvní strany dohodly, že Objednatel zajistí uveřejnění Smlouvy ve smyslu zákona o registru smluv a o uveřejnění Smlouvy v registru smluv bezodkladně vyrozumí Dodavatele.
- 18.2 Každá smluvní strana je oprávněna odstoupit od této Smlouvy pouze z důvodů stanovených touto Smlouvou.
- 18.3 Objednatel je oprávněn odstoupit od této Smlouvy v případě:
- 18.3.1 prodlení s dokončením Díla do dne 31.12.2026, pokud toto prodlení nebude zaviněno nečinností na straně Objednatele a/nebo vyšší mocí;
- 18.3.2 že dojde k porušení Smlouvy, za které je oprávněn požadovat podle této Smlouvy smluvní pokutu přesahující částku 500.000,- Kč; ustanovení tohoto odstavce však nedopadá na smluvní pokuty podle odst. 16.2.2 až 16.2.7 této Smlouvy a při jejich uložení se tak neuplatní;
- 18.3.3 že dojde k trojnásobnému překročení kumulativních limitů stanovených v odst. 11.4.14 a/nebo odst. 11.4.15 a/nebo odst. 11.4.16 Smlouvy;
- 18.3.4 že celková výše smluvních pokut, na jejichž zaplacení by měl Objednatel dle této Smlouvy nárok, dle této Smlouvy dosáhne 2.000.000,- Kč;
- 18.3.5 že dojde k porušení povinnosti mít sjednánu a Objednateli na výzvu předložit pojistnou smlouvu dle podmínek stanovených dle odst. 7.3 Smlouvy, pokud Dodavatel nezjedná nápravu ani v dodatečně lhůtě poskytnuté Objednatel, která nesmí být kratší než 5 pracovních dnů.
- 18.4 Dodavatel je oprávněn odstoupit od této Smlouvy v případě prodlení Objednatele se zaplacením jakékoliv dle této Smlouvy splatné částky po dobu delší než 60 dnů, pokud Objednatel nezjedná nápravu ani v dodatečně přiměřené lhůtě, kterou mu k tomu Dodavatel poskytne v písemné výzvě ke splnění povinnosti, přičemž tato lhůta nesmí být kratší než 15 dnů od doručení takovéto výzvy.
- 18.5 Každá ze smluvních stran je oprávněna písemně odstoupit od této Smlouvy, pokud:
- 18.5.1 na majetek druhé smluvní strany je pravomocně prohlášen úpadek, smluvní strana sama podá dlužnický návrh na zahájení insolvenčního řízení nebo

insolvenční návrh je zamítnut proto, že majetek nepostačuje k úhradě nákladů insolvenčního řízení (ve znění zákona č. 182/2006 Sb., o úpadku a způsobech jeho řešení (insolvenční zákon), ve znění pozdějších předpisů); nebo

18.5.2 druhá smluvní strana vstoupí do likvidace.

- 18.6 Účinky odstoupení od Smlouvy nastávají dnem doručení písemného oznámení o odstoupení druhé smluvní straně.
- 18.7 Smluvní strany se dohodly, že v případě odstoupení od Smlouvy si strany vrátí veškerá poskytnutá plnění, není-li v této Smlouvě stanoveno jinak nebo nedohodnou-li se strany při odstoupení nebo ve lhůtě 3 týdnů po odstoupení od Smlouvy jinak. Pro vyloučení pochybností se uvádí, že jakékoliv náklady spojené s demontáží části Díla, které mají být postupem dle tohoto odstavce Smlouvy navraceny Dodavateli, nese výhradně Dodavatel.
- 18.8 Ukončením této Smlouvy nejsou dotčena ustanovení Smlouvy týkající se licencí, záruk, nároků z odpovědnosti za vady, nároky z odpovědnosti za škodu a nároky ze smluvních pokut, pokud vznikly před ukončením Smlouvy, ustanovení o ochraně informací, ani další ustanovení a nároky, z jejichž povahy vyplývá, že mají trvat i po zániku této Smlouvy.

19. ŘEŠENÍ SPORŮ

- 19.1 Práva a povinnosti smluvních stran touto Smlouvou výslovně neupravené se řídí občanským zákoníkem a příslušnými právními předpisy souvisejícími.
- 19.2 Smluvní strany se zavazují vyvinout maximální úsilí k odstranění vzájemných sporů, vzniklých na základě této Smlouvy nebo v souvislosti s touto Smlouvou, včetně sporů o její výklad či platnost a usilovat o jejich vyřešení nejprve smírně prostřednictvím jednání oprávněných osob nebo pověřených zástupců.
- 19.3 Nebude-li sporná záležitost vyřešena dle odst. 19.2 do 60 dnů ode dne doručení výzvy k smírnému vyřešení sporu zaslané kteroukoliv smluvní stranou druhé smluvní straně, bude tento spor rozhodován s konečnou platností u příslušného obecného soudu České republiky.

20. ZÁVĚREČNÁ USTANOVENÍ

- 20.1 Tato Smlouva představuje úplnou dohodu smluvních stran o předmětu této Smlouvy. Tuto Smlouvu je možné měnit pouze písemnou dohodou smluvních stran ve formě číslovaných dodatků této Smlouvy, podepsaných osobami oprávněnými jednat jménem smluvních stran. Jakékoli změny Smlouvy musí být učiněny v souladu se ZZVZ.
- 20.2 Smluvní strany se výslovně dohodly, že vylučují užití § 557 občanského zákoníku.
- 20.3 Pokud by se kterékoliv ustanovení této Smlouvy ukázalo být neplatným nebo nevynutitelným nebo se jím stalo po uzavření této Smlouvy, pak tato skutečnost nepůsobí neplatnost ani nevynutitelnost ostatních ustanovení této Smlouvy, nevplývá-li z donucujících ustanovení právních předpisů jinak. Smluvní strany se zavazují takové neplatné či nevynutitelné ustanovení nahradit platným a vynutitelným ustanovením, které je svým obsahem nejbližší účelu neplatného či nevynutitelného ustanovení.
- 20.4 Smluvní strany se dohodly, že si nepřejí, aby nad rámec výslovných ustanovení této Smlouvy byla jakákoliv práva a povinnosti dovozovány z dosavadní či budoucí praxe zavedené mezi smluvními stranami či zvyklostí zachovávaných obecně či v odvětví týkajícím se předmětu plnění této Smlouvy, ledaže je v této Smlouvě výslovně sjednáno

jinak. Vedle shora uvedeného si smluvní strany potvrzují, že si nejsou vědomy žádných relevantních obchodních zvyklostí či dosud mezi nimi zavedené praxe.

- 20.5 Započtení na pohledávky Dodavatele vzniklé z této Smlouvy se nepřipouští. Smluvní strany vylučují ve vztahu k pohledávkám vzniklým Objednateli z této Smlouvy nebo v souvislosti s ní aplikaci ust. § 1987 odst. 2 občanského zákoníku a souhlasí s tím, že i nejistá a/nebo neurčitá pohledávka je způsobilá k započtení, avšak pouze do okamžiku případného podání žaloby na plnění z této Smlouvy. Pro účely započtení pohledávky se smluvní strany zavazují nejprve své rozpory odstranit smírem, než přistoupí k samotnému jednostrannému započtení pohledávky.
- 20.6 Dodavatel není oprávněn započíst jakoukoliv pohledávku vzniklou na základě této Smlouvy vůči jakékoliv pohledávce Objednatele.
- 20.7 Veškerá práva a povinnosti vyplývající z této Smlouvy přecházejí, pokud to povaha těchto práv a povinností nevyklučuje, na právní nástupce smluvních stran.
- 20.8 Dodavatel není oprávněn postoupit peněžité nároky vůči Objednateli na třetí osobu bez předchozího písemného souhlasu Objednatele.
- 20.9 Nedílnou součástí Smlouvy tvoří tyto přílohy:
- Příloha č. 1: Základní technická specifikace
 - Příloha č. 2: Harmonogram plnění
 - Příloha č. 3: Součinnost Objednatele
 - Příloha č. 4: Licenční podmínky k SW
 - Příloha č. 5: Podmínky poskytování záruky
 - Příloha č. 6: Oprávněné osoby
 - Příloha č. 7: Technické zadání Objednatele
 - Příloha č. 8: Podrobná pravidla řízení změn
 - Příloha č. 9: Požadavky na akceptační testy
- 20.10 Tato Smlouva je vyhotovena ve 2 stejnopisech, z nichž každá smluvní strana obdrží po 1 vyhotovení, pokud Smlouva není uzavírána jako elektronický originál opatřený digitálními podpisy zástupců smluvních stran.

Smluvní strany prohlašují, že si tuto Smlouvu přečetly, že s jejím obsahem souhlasí a na důkaz toho k ní připojují svoje podpisy.

Objednatel

Dodavatel

V Ostravě

V Praze

.....
**Vysoká škola báňská – Technická univerzita
Ostrava**

prof. Ing. Igor Ivan, Ph.D., rektor

.....
Eviden Czech Republic s.r.o.

Ing. Jaroslav Šimek, jednatel

Příloha č. 1

Technická specifikace

Velký cluster

Obecné požadavky

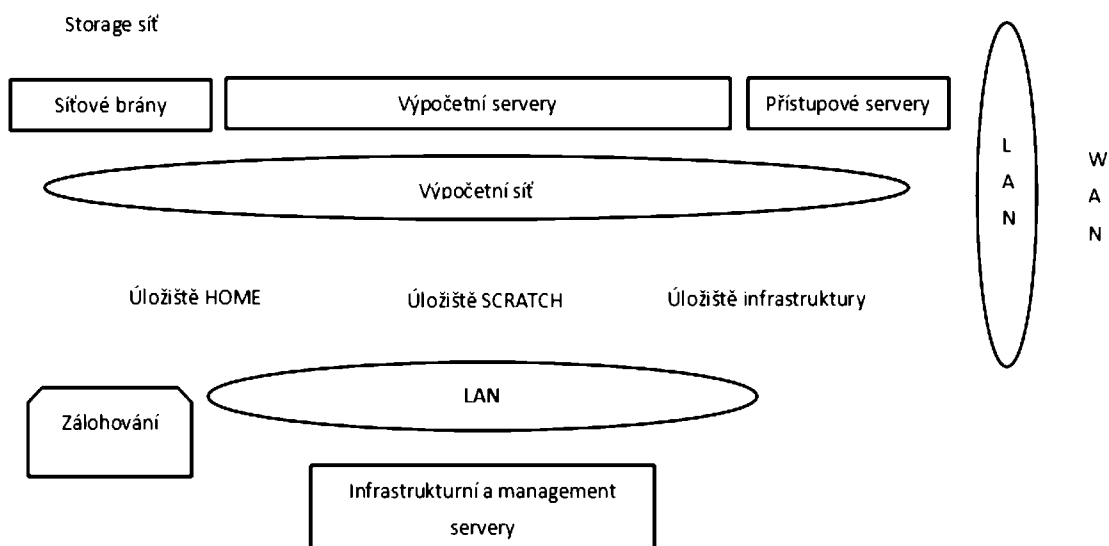
- SPEC_1 Zadavatel požaduje dodávku komplexního řešení výpočetního systému určeného pro náročné výpočty (High Performance Computing) a umělou inteligenci, tj. komplexu výpočetních, úložných, síťových a dalších systémů, softwarového řešení, včetně implementace a integrace do datového centra zadavatele (dále označované též jako „řešení“, „Velký cluster“ nebo „superpočítač“).
- SPEC_2 Řešení musí umožňovat efektivní provádění mnoha současných výpočetních úloh všech fází životního cyklu úloh (příprava, výpočet, zpracování výsledků) různého typu (zejména paralelní, ale rovněž sériové; dávkové, interaktivní) mnoha uživatelů, bezpečné uložení dat uživatelů a rychlý přístup k datům, efektivní správu systému, komponent, zdrojů a služeb.
- SPEC_3 Řešení poskytuje výkonné výpočetní zdroje, které jsou dobře přístupné a využitelné uživateli systému a jejich úlohami. Řešení musí zajišťovat vlastnosti, služby a funkce potřebné pro efektivní provoz a efektivní správu systému zadavatelem. Řešení bude vyvážené, parametry a vazby jednotlivých subsystémů musí zohledňovat ostatní subsystémy.
- SPEC_4 Nabídka obsahuje veškeré systémy, zařízení, komponenty, příslušenství, licence, dokumentace, projektové, implementační a další práce, školení atd. nezbytné k naplnění požadavků zadavatele.
- SPEC_5 Řešení musí respektovat dispozice a omezení vyplývající z prostředí a podmínek zadavatele.
- SPEC_6 Řešení musí komplexně (jako celek) splňovat požadavky zadavatele. Požadovaná funkcionalita a vlastnosti bude reálně funkční a použitelné v provozu řešení, požadované parametry bude reálně dosažitelné. Splnění požadavků zadavatele nesmí být nijak podmíněno.
Je nepřijatelné, aby plnění požadavků zadavatele bylo postaveno pouze na funkcionalitě, vlastnostech či parametrech dílčích komponent a řešení jako celek požadavky zadavatele nesplňovalo.
- SPEC_7 Funkcionalita, vlastnosti a parametry řešení bude uvedeny pro nabízenou/dodávanou konfiguraci určenou k běžnému, trvalému provozu.
- SPEC_8 Řešení splňuje všechny technické požadavky zadavatele současně. Všech požadovaných vlastností, funkcionalit a parametrů bude dosaženo při použití jednoho, produkčního nastavení všech komponent řešení. Splnění požadavku nesmí být podmíněno změnou nastavení nebo změnou zapojení komponent.
- SPEC_9 Řešení nesmí obsahovat omezení, která by zabraňovala či omezovala užití Velkého clusteru zadavatelem v požadovaném, nebo racionálním rozsahu. Velký cluster je určen pro přibližně tři tisíce uživatelů.
- SPEC_10 Řešení bude v maximální míře autonomní, nezávislé na externích systémech a službách, soběstačné bez potřeby dalších zařízení, systémů či služeb.
-

- SPEC_11 Řešení bude navrženo, dimenzováno a implementováno tak, aby zajistilo spolehlivý, bezpečný, výkonný a efektivní provoz v datovém centru zadavatele.
- SPEC_12 Dodávka obsahuje veškerá zařízení potřebná pro zajištění požadované funkcionality, pro zajištění požadovaného výkonu a pro efektivní provoz – a to i taková, která nejsou explicitně uvedena v tomto dokumentu.
- SPEC_13 Dodávka obsahuje veškeré potřebné softwarové vybavení a licence.
- SPEC_14 Dodavatel nesmí pro realizaci používat zařízení, systémy, infrastrukturu či služby zadavatele, pokud toto není explicitně uvedeno v tomto dokumentu, a to pouze k účelu a v rozsahu uvedeném v tomto dokumentu.

Odpověď uchazeče:

Nabízené řešení splňuje veškeré požadované funkcionality této kapitoly, obsažené ve SPEC_1 až SPEC_14.

Orientační schéma Velkého clusteru



Odpověď uchazeče:

Orientační schéma velkého clusteru vychází z obecných požadavků zadavatele s ohledem na jednotlivá SPEC v jednotlivých kapitolách. Jedná se o zjednodušené ilustrativní znázornění velkého clusteru, nikoli o úplné či přesné zapojení. Modré objekty představují komponenty, které jsou předmětem dodávky, oranžové objekty představují stávající infrastrukturu zadavatele. Podrobnější informace o jednotlivých komponentách jsou obsaženy v následujících kapitolách nabídky.

Komponenty Velkého clusteru

- SPEC_15 Velký cluster obsahuje *Výpočetní cluster*. Výpočetní cluster je tvořen *Výpočetními servery* propojenými *Výpočetní sítí* – vysokorychlostní sítí s nízkou latencí. Výpočetní cluster je určen pro provádění výpočetních úloh uživatelů.
- SPEC_16 Výpočetní servery tvoří jeden typ serverů tzv. *Akcelerované výpočetní servery*.
- SPEC_17 Velký cluster obsahuje *Přístupové servery* – servery sloužící pro přístup uživatelů, pro přípravu úloh a dat, kompilaci a ladění kódů, pro zpracování výsledků a pro přenos dat.
- SPEC_18 Velký cluster obsahuje *Úložiště*. Úložiště slouží k ukládání a sdílení dat. Úložiště jsou realizována jako komplexní řešení úložných zařízení, I/O serverů (např. souborových serverů), sítí a potřebného softwarového vybavení. Úložiště poskytuje požadované datové služby.
- SPEC_19 Velký cluster obsahuje *Úložiště HOME*, *Úložiště SCRATCH* a *Úložiště infrastruktury*.
- SPEC_20 Velký cluster obsahuje *Úložiště HOME*. *Úložiště HOME* je souborové úložiště, které je určeno pro ukládání nastavení operačního systému a aplikací uživatelů na superpočítači.
- SPEC_21 Velký cluster obsahuje *Úložiště SCRATCH*. *Úložiště SCRATCH* je výkonné souborové úložiště, které je určeno pro krátkodobá data uživatelů pro výpočty a zpracování úloh, data jsou intenzivně používána výpočetními servery superpočítače.
- SPEC_22 Velký cluster obsahuje *Úložiště infrastruktury*. *Úložiště infrastruktury* je souborové úložiště, které je určeno pro ukládání a sdílení dat infrastruktury superpočítače. Úložiště slouží pro uložení systémových obrazů (image) serverů, dat, aplikačního vybavení atp.
- SPEC_23 Velký cluster obsahuje infrastrukturní a management servery dále označované stručně jako *Infrastrukturní servery*. Infrastrukturní servery jsou určeny pro správu superpočítače, zdrojů, úloh, licencí a poskytování infrastrukturních služeb (např. DHCP, DNS, LDAP, licenční servery, plánovače, monitoring, logování atd.).
- SPEC_24 Velký cluster obsahuje řešení zálohování dat tzv. *Zálohování*.
- SPEC_25 Velký cluster obsahuje *Síťovou infrastrukturu*, tj. síťové propojení komponent, systémů tak, aby bylo dosaženo požadované funkcionality, byl zajištěn přístup na jednotlivé služby, byl zajištěn výkon, dostupnost a bezpečnost služeb.
- SPEC_26 Síťovou infrastrukturu tvoří zejména *Výpočetní síť*, *LAN síť*, *Integrace do WAN sítě zadavatele*, *Integrace do storage sítě zadavatele* a případně další sítě dle návrhu dodavatele.
Výpočetní síť propojuje výpočetní servery, přístupové servery, je použita pro zpřístupnění některých úložišť.
LAN síť zajišťuje komunikaci mezi zařízeními uvnitř superpočítače, slouží ke správě systému, poskytování infrastrukturních služeb atp.
Integrace do WAN sítě zadavatele zajišťuje propojení do WAN sítě zadavatele a zprostředkovaně služby internetu v superpočítači.
Integrace do storage sítě zadavatele zajišťuje propojení do storage sítě zadavatele, kde jsou připojena centralizovaná úložiště zadavatele (např. úložiště PROJECT), tak aby byla zajištěna dostupnost úložišť na uzlech superpočítače. Integrace je realizována *Síťovými branami* realizujícími propojení storage sítě zadavatele a *Výpočetní sítě* clusteru.
-

- SPEC_27 Velký cluster obsahuje řešení a infrastrukturu pro instalaci a provoz superpočítače v datovém centru zadavatele (dále označováno jako *Infrastruktura pro provoz v datovém centru*), tj. zejména racky a příslušenství potřebné pro umístění zařízení superpočítače, řešení napájení a chlazení zařízení superpočítače, rozhraní a napojení na infrastrukturu datového centra zadavatele.
- SPEC_28 Velký cluster obsahuje veškeré potřebné softwarové vybavení a licence (*Software*).
- SPEC_29 Kromě uvedených komponent, které jsou nutnou součástí řešení, řešení obsahuje všechny další systémy potřebné pro zajištění požadované funkcionality a pro efektivní provoz Velkého clusteru.

Výpočetní cluster

Výpočetní výkon LINPACK

- SPEC_30 Výpočetní výkon LINPACK výpočetního clusteru splňuje požadovanou minimální hodnotu **5 PFlop/s**. Přesná garantovaná hodnota je uvedena v rámci nabídky v tabulce technické parametry nabídky.
- SPEC_31 Pro měření výpočetního výkonu Výpočetního clusteru byl použit benchmark High Performance LINPACK <http://www.netlib.org/benchmark/hpl/> způsobem, zohledňujícím dodatečné otázky a odpovědi publikované zadavatelem.
- SPEC_32 Výpočetní výkon LINPACK výpočetního clusteru bude určen během výpočetního benchmarku High Performance LINPACK spuštěným paralelně nad všemi GPU všech Akcelerovaných výpočetních serverů Výpočetního clusteru jedna instance benchmarku na celém clusteru). Pro výpočet se použije standardní číselný formát FP64, způsobem, zohledňujícím dodatečné otázky a odpovědi publikované zadavatelem.
- SPEC_33 Pro realizaci měření není nutno použít referenční implementaci benchmarku LINPACK, bude možno použít optimalizovanou implementaci benchmarku. Použitá implementace benchmarku bude zcela splňovat specifikaci benchmarku. Optimalizace překladu zdrojového kódu a optimalizace běhu benchmarku je možná za předpokladu, že negativně neovlivní správnost provedení benchmark – tj. zejména, že budou reálně provedeny výpočty v požadovaném rozsahu a že budou správně určeny časy běhu a výsledky měření.
- SPEC_34 Hodnota výpočetního výkonu LINPACK výpočetního clusteru (stejně tak jako další hodnoty v nabídce) jsou uvedeny pro nabízenou/dodávanou konfiguraci určenou k běžnému provozu. Dosažení hodnot výpočetních výkonů není nijak podmíněno např. specifickým režimem, ve kterém nelze systém dlouhodobě a bez dalších omezení provozovat nebo předpokládanou efektivitou, jejíž dosažení však dodavatel negarantuje.
- SPEC_35 (I) V nabídce je uveden výpočetní výkon LINPACK výpočetního clusteru určený dle požadavků v této kapitole. Přesná garantovaná hodnota je uvedena v rámci nabídky v tabulce technické parametry nabídky.

Výpočetní servery

- SPEC_36 Každý Výpočetní server splňuje následující požadavky:
- Fyzický server
-

- Připojení do Výpočetní sítě
- Připojení do LAN sítě
- Podpora bootu operačního systému ze sítě
- 64bitový operační systém Linux

Každý výpočetní node obsahuje následující konfiguraci:

- 24 kusů XH 64 GB DDR5-6400 RDIMM DR
- 8 x XH3500 Mezz CX8 Sirocco VPI OSFP DLC (mellanox NDR)
- Síťový adapter GLAN integrovaný na desce – připojený skrze sideband interface

- SPEC_37 Operační paměť RAM je rovnoměrně rozložena (kapacitou a rychlostí přístupu) na procesory a CPU jádra výpočetního serveru. Operační paměť RAM je složena z paměťových modulů stejného typu (velikost, rank, atd.) a rovnoměrně, se stejnou konfigurací rozložena na paměťové řadiče a na paměťové kanály výpočetního serveru. Jsou použity všechny paměťové kanály všech procesorů serveru.
- SPEC_38 Výpočetní servery jsou určeny výhradně pro výpočty, dodavatel nevyužívá žádný Výpočetní server pro zajištění jiné funkcionality.

Akcelerované výpočetní servery

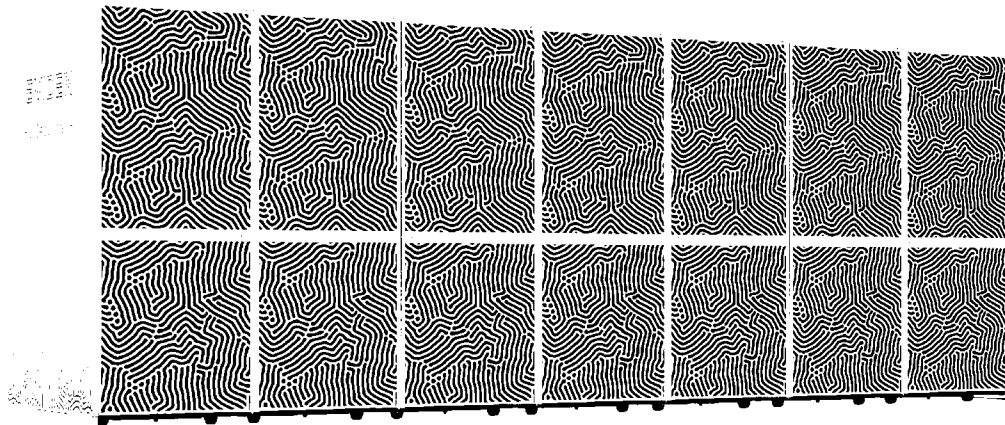
- SPEC_39 Každý Akcelerovaný výpočetní server splňuje následující požadavky:
- Architektura **x86-64** nebo **ARM64**
 - Minimálně dva procesory na server
 - Kapacita operační paměti RAM serveru minimálně 190GiB krát počet GPU serveru
 - Operační paměť RAM serveru typu
 - DDR5 s rychlostí min. 6400MT/s s ECC, nebo
 - LPDDR5X s ECC
 - Připojení serveru do LAN sítě rychlostí minimálně 1Gb/s
 - Připojení serveru do Výpočetní sítě
- SPEC_40 Každý Akcelerovaný výpočetní server obsahuje **minimálně čtyři GPU** akcelerátory shodného typu. GPU akcelerátory budou rovnoměrně připojeny na instalovaná CPU.
- SPEC_41 Každý GPU akcelerátor Akcelerovaných výpočetních serverů poskytuje:
1. minimálně **160 GB** paměti HBM
 2. výpočetní výkon LINPACK v FP64 (Rmax) minimálně 30 TFlop/s
- SPEC_42 Každý Akcelerovaný výpočetní server bude připojen do Výpočetní sítě alespoň dvěma síťovými adaptéry, s celkovou/agregovanou rychlostí minimálně 200Gb/s krát počet GPU akcelerátorů serveru. Síťové adaptéry budou rovnoměrně připojeny na instalovaná CPU.
- SPEC_43 Všechny Akcelerované výpočetní servery mají shodnou hardwarovou konfiguraci a pracují ve shodném provozním nastavení (frekvence, časování, nastavení vlastností).
- SPEC_44 (I) Dodavatel v nabídce uvádí hardwarovou platformu řešení, detailní konfiguraci Výpočetních serverů včetně označení typu procesorů a GPU.
- SPEC_45 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést přesné označení a verzi operačního systému.

Technický popis výpočetních serverů a platformy Bullsequana

Hlavní výpočetní část je postavena na technologii Eviden Bullsequana XH3000, konkrétně model XH3500.

BULLSEQUANA XH3500 rack

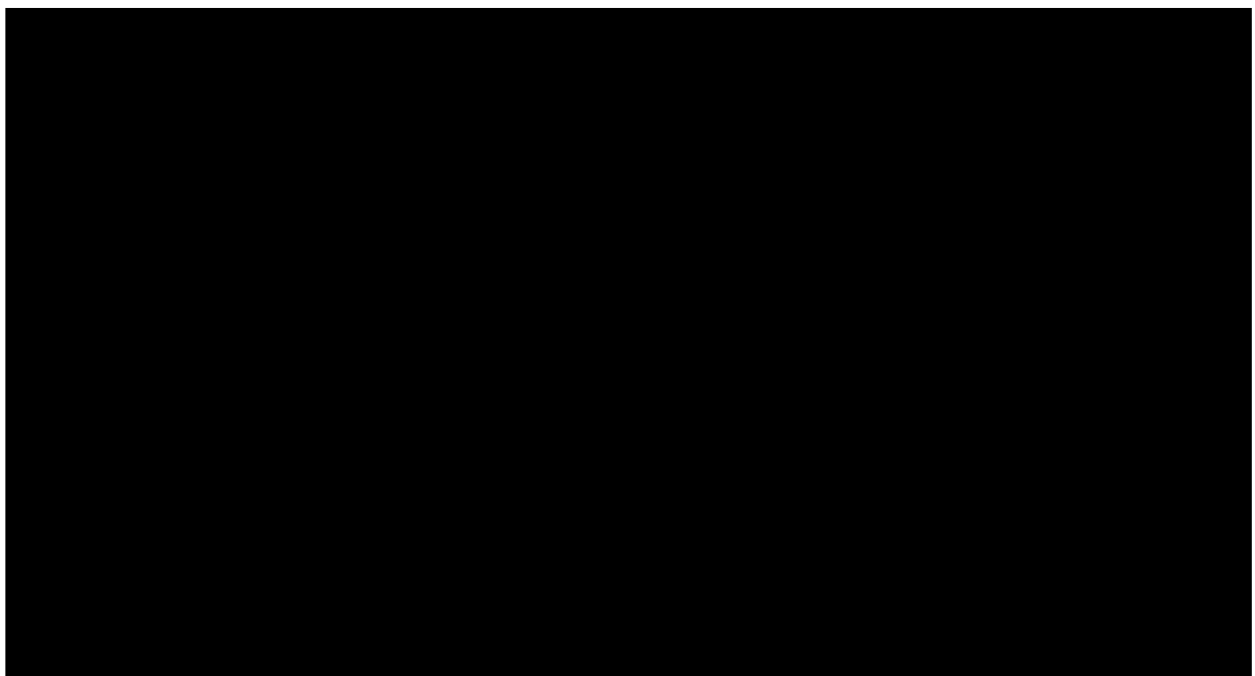
Superpočítač BullSequana XH3500 je základní platformou pro CPU i akcelerované výpočetní uzly.



Systém BullSequana XH3500 je nejnovější generací řady BullSequana Direct Liquid Cooled (DLC) X-Series ("X" odkazuje na Exascale, "H" na Hybrid) a byl oficiálně představen na veletrhu SuperComputing 2022.

BullSequana XH3500, plně navržený, vyvinutý a vyráběný v Evropě, je evolucí dřívějších systémů BullSequana X1000 a XH2000, XH3000 nasazených ve velkých laboratořích po celém světě, včetně superpočítačového centra Jülich a dalších EuroHPC pracovišť, jako jsou PetaSC (Discoverer), Izum (Vega), LuxProvide (Meluxina) a Cineca (Leonardo). Je navržen jako plně přímo teplou vodou chlazený rack, do kterého lze umístit a v něm napájet a chladit různé typy uzlů a procesorů. Jedná se o pátou generaci technologie přímého kapalinového chlazení Eviden. Superpočítač BullSequana XH3500, navržený výzkumným a vývojovým týmem společnosti Eviden a v úzké spolupráci s významnými zákazníky, využívá nejnovější technologický pokrok k zaručení maximálního výkonu při minimalizaci provozních nákladů.

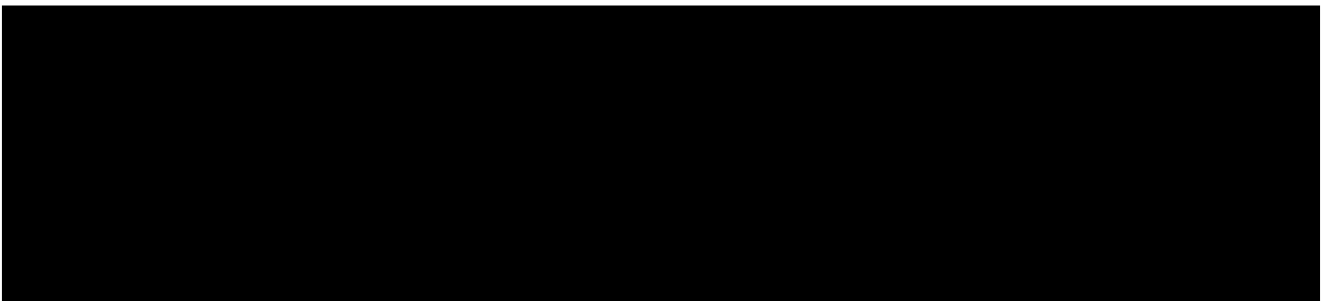
BullSequana je ze své podstaty řešením pro technologické výzvy na cestě k Exascale:



Nový BullSequana XH3500 využívá faktory úspěchu předchozích generací a přináší zásadní vylepšení:

- Libovolný systém škálování.
 - Od jednoho racku All-In-One až po exascale systémy: jeden výpočetní rack hostí vlastní chladičové komponenty, včetně výměníku a čerpadel, což umožňuje snadnou škálovatelnost, od několika po stovky racků.
- Vyšší flexibilita.
 - Standardizované sloty pro výpočetní moduly a/nebo síťové moduly až 38 výpočetních/síťových modulů: pro rozšířenou flexibilitu může být každý slot v racku výpočetní nebo síťový modul.
 - Zvýšená napájecí a chladičová kapacita pro podporu budoucích technologií, více než 250 kW
 - Větší výběr a flexibilita typů síťového propojení s InfiniBand NDR200/NDR, BXI a vysokorychlostním Ethernetem 25GbE a 100GbE při jakémkoli relevantním blokovacím faktoru pro lepší nákladovou efektivitu a pro větší přizpůsobivost řešení.
 - Standardizované mezininové karty pro síťové propojení založené na standardu OCP3.0 SFF pro zachování designu modulů pro integraci současných i budoucích technologií.
- Nejotevřenější a nejuniverzálnější platforma DLC na trhu
 - Připravená pro nejnáročnější technologie nyní i v budoucnu, pro skutečnou éru hybridních počítačů.
 - Otevřený program Sequana pro třetí strany za účelem vývoje a nabídky nových blade modulů v systémech BullSequana, aby se usnadnil upgrade systému pomocí jakýchkoli přicházejících technologií.
- Systém s nejvýkonnějším chlazením a nejekologičtější DLC systém na trhu.
 - Vylepšené ultra energeticky účinné řešení Direct Liquid Cooled s teplou vodou o teplotě až 40 °C na vstupu a více než 97 % odvodem tepla do vody pro plně obsazený rack, což je nejvyšší účinnost na trhu.
 - Nejnižší celkové TCO náklady.
- Rychlejší a zjednodušená správa clusterů se zavedením SMC / xScale.

Superpočítače BullSequana mají otevřenou architekturu a jsou založeny na průmyslových standardech pro hardware i software. Nabízejí uživatelům velký výběr technologických možností a byly navrženy tak, aby vyhovovaly postupně přicházejícím generacím procesorových technologií (CPU, akcelerátory, procesory s nízkou spotřebou) a různým technologiím síťového propojení (Bull Exascale Interconnect BXI, InfiniBand, High Speed Ethernet a hybrid IB/Ethernet), která nabízí maximální ochranu investic.



Výpočetní síť

- SPEC_46 Výpočetní síť používá technologii s propustností spoje minimálně **200Gb/s** a s latencí spoje maximálně 10 mikrosekund. Připojení zařízení do výpočetní sítě a uvnitř výpočetní sítě splňuje požadavky na spoje uvedené v předchozí větě, není-li explicitně v požadavcích této technické specifikace pro konkrétní zařízení stanovena minimální rychlost nižší.
- SPEC_47 Výpočetní síť používá topologii **plně neblokující fat tree**.
- SPEC_48 Řešení poskytuje efektivní MPI komunikaci výpočetních serverů.
- SPEC_49 Výpočetní síť podporuje a poskytovat IP protokol a RDMA funkcionalitu.
- SPEC_50 Výpočetní síť je vhodná pro řešení úložiště SCRATCH.
- SPEC_51 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést technologii sítě, topologii a schéma sítě, propustnost sítě a konfiguraci nabízených zařízení.

Výpočetní síť je použita pro zpřístupnění úložišť superpočítače na výpočetní uzly, požadavky jsou uvedeny v kapitole 0 Úložiště.

Technická specifikace výpočetní sítě

Síť je použita pro zpřístupnění úložišť superpočítače na výpočetní uzly.

Přepínače NDR jsou založeny na čipu Quantum-2 od společnosti NVIDIA. Quantum je nejnovější čip pro síťové přepínače na světě se 7nm výrobním procesem, který je navržen tak, aby umožňoval síťové výpočty prostřednictvím technologie Co-Design Scalable Hierarchical Aggregation and Reduction Protocol (SHARP).

Přepínače Nvidia QM založené na NVIDIA Quantum-2 poskytují bezprecedentních 64 portů NDR 400 Gb/s InfiniBand na port ve standardním provedení šasi 1U. Jeden přepínač nese

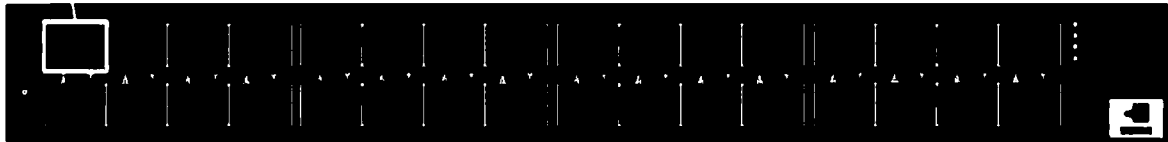
agregovanou obousměrnou propustnost 51,2 terabitů za sekundu (Tb/s) s mezníkem v kapacitě více než 66,5 miliardy paketů za sekundu (BPPS).

Hlavní funkce:

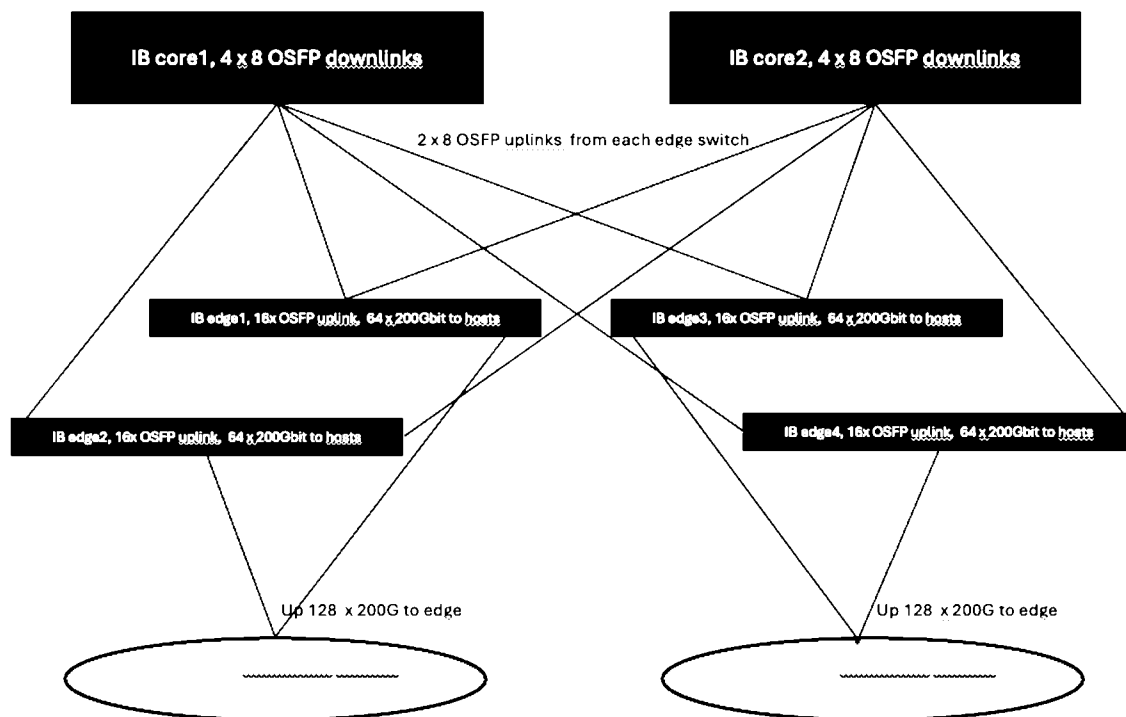
- 64 portů 400 Gb/s (NDR) / 128 portů 200 Gb/s (NDR200)
- Agregovaná šířka pásma 51,2 Tb/s
- 66,5 miliardy paketů za sekundu
- SHARPV3 – snížení latence dat s nízkou latencí a agregace streamování
- In-band spravované (QM9790) SKU
- Hloubka 26", chlazený kapalinou v rámci racku BullSequana XH3500
- Napájení je zajištěná pomocí napájecích modulů Bullsequana XH3500 v případě přepínačů chlazených vodou a instalovaných v Bullsequana XH3500 racku.

Each **OSPF physical port** is actually
2x NDR or **4x NDR200** connections

Nvidia**QM9790**



Použitá kabeláž je od firmy Nvidia/Mellanox a jedná se o kombinaci metalických a optických kabelů dle vzdálenosti zvolenou tak, aby byl vždy použit nejvhodnější typ kabelů. Všechny výpočetní uzly jsou k hraničním přepínačům připojeny pomocí metalické kabeláže, která je odolnější z fyzického hlediska pro případný jednodušší servis výpočetních uzlů. Uzly managementu a stejně tak diskové úložné systémy (kterých se to týká) jsou připojeny převážně pomocí optické kabeláže vhodnější z hlediska délky kabelové trasy. Spoje mezi páteřními a hraničními přepínači jsou poté tvořeny kombinací metalických a optických spojů dle délky. Kompletní souhrn počtů jednotlivých kabelů bude součástí dokumentace při dodávce systému.



Výpočetní síť se skládá z páteřních a edge switchů, ke kterým jsou připojeny výpočetní servery a prvky management a úložiště. Výpočetní servery jsou rozděleny rovnoměrně mezi edge switche.

Ostatní servery a systémy zapojeny jsou do edge switchů s výpočetními servery přes všechny edge switche tak, aby byla zachována neblokující komunikace výpočetních serverů.

Zařízení jsou nakonfigurována tak, že směrem mezi páteřními a edge prvky jsou zejména metalické spoje 800Gbit, směrem k výpočetním serverům a ostatním serverům potom split kabely dle potřeby metalické či optické.

Přiložené schéma je pouze obecné, přesné schéma včetně rozdělení host portů mezi jednotlivé edge switche bude součástí dokumentace clusteru. Počet a umístění switchů v jednotlivých sequana racích bude též upřesněn během implementace po diskusi se zadavatelem.

Přístupové servery

SPEC_52 Velký cluster obsahuje minimálně dva Přístupové servery.

SPEC_53 Každý Přístupový server splňuje následující požadavky:

- Fyzický server
- Architektura x86-64 nebo ARM64
- Dva procesory na server, každý procesor minimálně 64 fyzických výpočetních jader
- Kapacita operační paměti RAM minimálně 960GiB
- Minimálně 2 lokální SSD disky o kapacitě minimálně 960 GB v RAID1
- Připojení Výpočetní síť
- Připojení LAN síť
- Za provozu vyměnitelné (hot-swap) disky
- Redundantní, za provozu vyměnitelné (hot-swap) napájecí zdroje, redundantní napájení

- SPEC_54 Přístupové servery používá stejnou technologii procesorů, stejnou instrukční sadu procesorů, stejný typ paměti RAM a stejný operační systém jako Akcelerované výpočetní servery.
- SPEC_55 Každý Přístupový server obsahuje minimálně jeden GPU akcelerátor. GPU akcelerátor Přístupového serveru serverů je jiný, než je GPU akcelerátor výpočetních nodů, ovšem splňuje následující podmínky:
1. je stejného výrobce jako je GPU akcelerátor Akcelerovaných výpočetních serverů
 2. používá stejnou (mikro)architekturu grafický jader, nebo její předchozí generaci
 3. umožňuje použití stejného GPU softwarového stacku
- SPEC_56 Přístupové servery mají stejnou hardwarovou konfiguraci a pracují ve shodném provozním nastavení (frekvence, časování, nastavení vlastností).
- SPEC_57 Přístupové servery jsou určeny výhradně pro zajištění přístupu uživatelů a pro práci uživatelů, dodavatel nevyužívá žádný Přístupový server pro zajištění jiné funkcionality.
- SPEC_58 Přístupové servery poskytují přístup uživatelům protokolem SSH2 a poskytují služby pro přenos souborů SCP a SFTP.
- SPEC_59 (I) Dodavatel uvádí níže v popisu hardwarovou platformu řešení, detailní konfiguraci Přístupových serverů včetně označení typu procesorů a GPU akcelérátoru.
- SPEC_60 (I) Dodavatel uvádí níže v popisu přesné označení a verzi operačního systému Přístupových serverů.

Technická specifikace přístupových serverů

Velký cluster obsahuje dva Přístupové servery. Servery jsou postaveny na platformě Bullsequana X400, model BullSequana AI 222

Každý Přístupový server splňuje následující požadavky:

- Fyzický server, rackmount, 2U formát.
- Architektura x86-64
- Dva procesory na server, každý procesor 64 fyzických výpočetních jader, AMD Turin 9555 64c 3,2 GHz 360 W
- Kapacita operační paměti RAM nejméně 960 GB
- 2 lokální SSD disky o kapacitě minimálně 960 GB v RAID1
- Připojení Výpočetní síť, 200Gbit
- Připojení LAN síť
- Za provozu vyměnitelné (hot-swap) disky
- Redundantní, za provozu vyměnitelné (hot-swap) napájecí zdroje, redundantní napájení
- GPU akcelérátor AMD, typu Instinct MI210

Každý přístupový server obsahuje:

- 16 x X400-A6E8 64 GB DDR5-6400 RDIMM DR
 - 1 x CNX7 200Gb OSFP PCIe 5x16
 - 1 x CNX6 100GbE DP PCIe4.0 x16 QSFP56
 - 1 x Eth 10 GB DP N210TP OCP3 RJ45
 - 2 x 960 GB SATA 6Gbps 2,5 SSD
-

Úložiště

Společné požadavky

Požadavky uvedené v této kapitole jsou požadavky společné pro všechna úložiště řešení – úložiště HOME, úložiště SCRATCH, Úložiště infrastruktury a případně další úložiště použitá v řešení (kromě lokálních disků v serverech).

Vysoká dostupnost

- SPEC_61 Řešení úložiště poskytuje vysokou dostupnost.
- SPEC_62 Výpadek či odstávka libovolného jednoho serveru (nebo appliance, či controlleru) řešení úložiště nezpůsobí nefunkčnost služeb úložiště. Při výpadku či odstávce serveru řešení úložiště může být výkon úložiště nižší než požadovaný.
- SPEC_63 Řešení úložiště je odolné dlouhodobé vysoké zátěži.
- SPEC_64 (I) Dodavatel níže v popisu v nabídce uvádí způsob zajištění vysoké dostupnosti a redundanci úložiště.

Nezávislost úložišť

- SPEC_65 Služby a provoz úložišť se nebudou vzájemně negativně ovlivňovat. Deklarované parametry agregované rychlosti a výkonu náhodných I/O operací jsou dosažitelné i při současném, paralelním zatížení všech úložišť.
- SPEC_66 Úložiště SCRATCH nesdílí servery (též appliance, controllery, apod.) a disková zařízení (disky, disková pole) s jiným úložištěm (např. s úložištěm HOME, s Úložištěm infrastruktury, s úložištěm řešení Zálohování).
- SPEC_67 Úložiště HOME a Úložiště infrastruktury používají jedno společné diskové pole a mohou používat společné servery. Je zajištěno splnění požadavku SPEC_65.

Redundance disků

- SPEC_68 Úložiště zajišťuje takové zabezpečení (redundanci) dat, že selhání libovolných dvou disků úložiště nezpůsobí ztrátu dat.
Předpokládá se použití technologie RAID 6, nebo erasure codingu (k,m), kde m (parita) je větší nebo rovna dvěma.
- SPEC_69 Úložiště zajišťuje zotavení po selhání disku, tj. opětovné zajištění požadovaného zabezpečení (redundance) dat (např. rekonstrukce RAID skupiny za využití hot-spare disků). Zotavení po selhání disku probíhá automaticky, bez zásahu obsluhy.
- SPEC_70 Zotavení po selhání disku úložiště, tj. opětovné zajištění požadovaného zabezpečení (redundance) dat, je dokončeno do 24 hodin od selhání disku. Během zotavování po výpadku disku úložiště může být výkon úložiště dočasně nižší než požadovaný.
- SPEC_71 Úložiště má takovou konfiguraci, že je možné zajištění požadovaného zabezpečení (redundance) dat po selhání libovolných dvou disků úložiště, a to bez zásahu obsluhy.
-

- SPEC_72 Každé diskové pole (nebo obdobné zařízení) řešení úložiště poskytuje rezervní (spare) kapacitu nebo náhradní (spare) disky v počtu či kapacitě minimálně $\max\left(\frac{1}{24} * \text{celkový_počet_disků_diskového_pole}; 2\right)$ disků.
Funkce $\max(a; b)$ vrací větší z čísel a, b. Výsledek vzorce se zaokrouhlí vždy nahoru na celé číslo. Celkový počet disků diskového pole zahrnuje jak disky obsahující samotná data a paritní data, tak disky realizující náhradní disky či rezervní kapacitu.

Souborová úložiště

Požadavky uvedené v této kapitole jsou společné požadavky pro úložiště HOME, úložiště SCRATCH a Úložiště infrastruktury, která jsou souborovými úložišti.

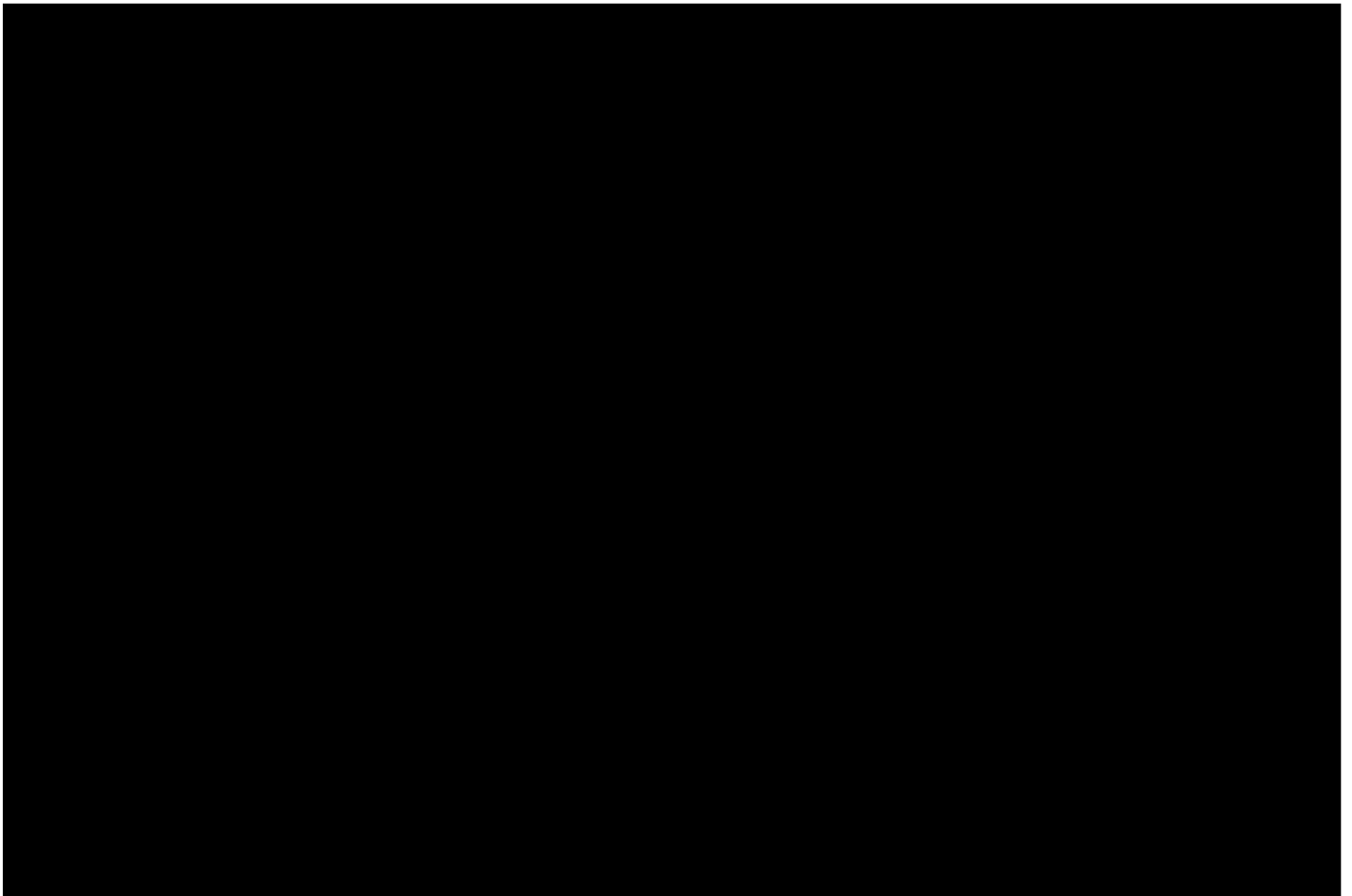
- SPEC_73 Souborové úložiště poskytuje služby síťového souborového systému.
- SPEC_74 Na všech klientech souborového úložiště je poskytována obvyklá funkcionalita souborového systému.
- SPEC_75 Souborové úložiště je na straně klientů transparentně integrováno do operačního systému, umožňuje obvyklé souborové operace a realizuje obvyklou sémantiku nativních souborových systémů a integruje uživatele operačního systému jako uživatele souborového systému.
- SPEC_76 Souborové úložiště splňuje následující požadavky
- Podpora Unicode ve jménech souborů
 - Podpora dlouhých jmen souborů
 - Řízení přístupu, přístupová práva na úrovni standardních Unixových práv (čtení, zápis, spuštění; uživatel, skupina, ostatní) a rozšířená ACL
 - Podpora souborů o velikosti větší než 1TB
 - Podpora symbolických linků
 - Podpora zamykání souborů
- SPEC_77 Data souborového úložiště jsou uložena na discích typu SSD nebo NVMe. Použité disky jsou vhodné pro jejich nasazení a charakter zátěže.
- SPEC_78 Požadavek, že souborové úložiště se musí z pohledu uživatele chovat jako jediná, souvislá oblast s jednotným prostorem jmen znamená, že uživatel úložiště pro přístup k souborům úložiště používá jednotný prostor jmen a v rámci tohoto jednotného prostoru jmen je bez omezení dostupná veškerá kapacita úložiště a vlastnosti úložiště.

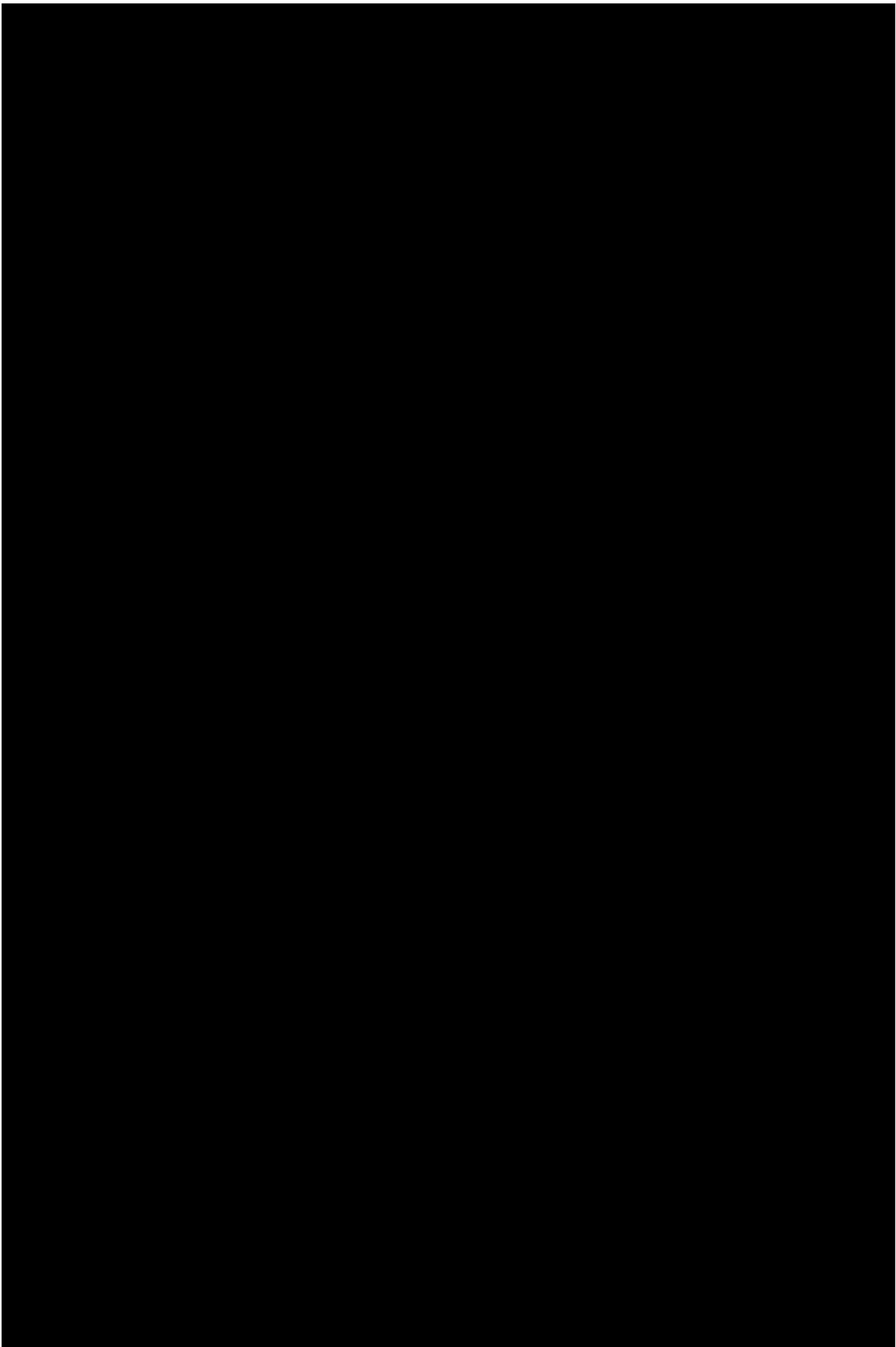
Úložiště SCRATCH

- SPEC_79 Úložiště SCRATCH je souborové úložiště, které je určeno výhradně pro data uživatelů Velkého clusteru.
- SPEC_80 Úložiště SCRATCH je pohledu uživatele jako jediná, souvislá oblast s jednotným prostorem jmen.
- SPEC_81 Úložiště SCRATCH je prostřednictvím Výpočetní sítě zpřístupněné na všech Výpočetních serverech a Přístupových serverech.
- SPEC_82 Úložiště SCRATCH je na klientech dostupné v cestě /scratch.
- SPEC_83 Úložiště SCRATCH má čistou dostupnou kapacitu na úrovni souborového systému minimálně **2PB** (2×10^{15} byte).
-

- SPEC_84 Úložiště SCRATCH umožňuje uložení minimálně 2 miliard souborů.
- SPEC_85 Úložiště SCRATCH poskytuje dlouhodobě udržitelnou agregovanou rychlost sekvenčních operací minimálně:
- čtení **550 GB/s** (550×10^9 byte/s)
 - zápis **350 GB/s** (350×10^9 byte/s)
- Velikost bloku operací určí dodavatel dle svého uvážení. Požadovaná rychlost je reálně dosažitelná z Výpočetních serverů.
- SPEC_86 Úložiště SCRATCH poskytuje dlouhodobě udržitelný výkon I/O operací náhodného charakteru v režimu čtení/zápis 80 %/20 % minimálně **3 milióny IOPs**. Velikost bloku operací určí dodavatel dle svého uvážení. Požadovaný výkon je reálně dosažitelný z Výpočetních serverů.
- SPEC_87 Úložiště SCRATCH poskytuje projektové, nebo adresářové kvóty, nepřekročitelné omezení využití kapacity a počtu souborů nastavitelné individuálně buď pro projekt, nebo pro adresář úložiště.
- SPEC_88 (I) Dodavatel níže v nabídce uvádí čistou dostupnou kapacitu, agregovanou rychlost sekvenčních operací, výkon I/O operací náhodného charakteru v režimu čtení/zápis 80 %/20 % a dlouhodobě udržitelný výkon metadata operací úložiště SCRATCH.
- SPEC_89 (I) Dodavatel níže v nabídce uvádí architekturu řešení, typ a konfiguraci nabízených zařízení, počet, velikost a typ disků, způsob zabezpečení (konfiguraci RAID nebo erasure codingu), počet spare disků nebo rezervní kapacitu a popis softwarového řešení úložiště SCRATCH.

Technický popis nabízeného řešení SCRATCH

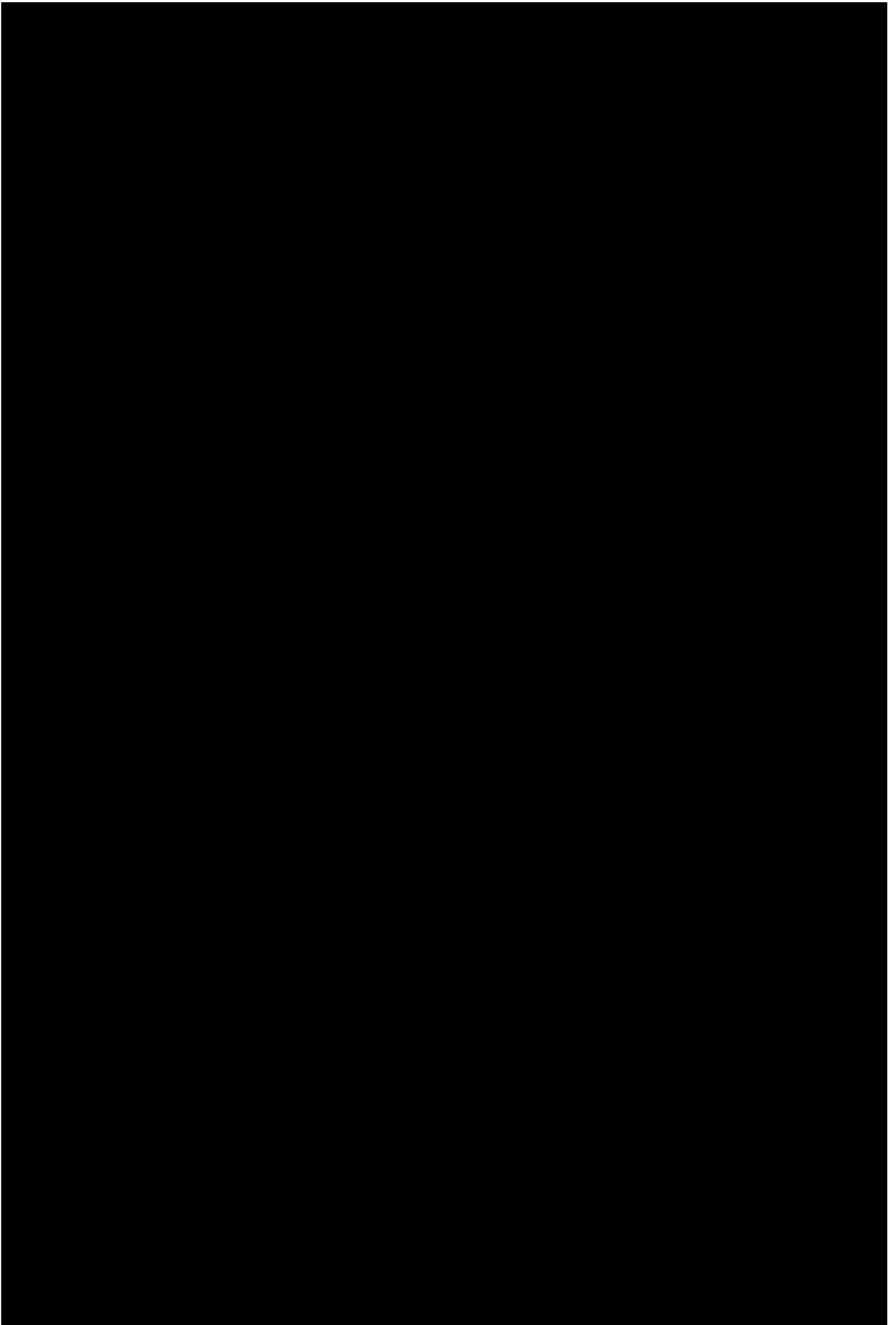




Úložiště HOME

- SPEC_90 Úložiště HOME je souborové úložiště, které je určeno výhradně pro data uživatelů Velkého clusteru.
- SPEC_91 Úložiště HOME se z pohledu uživatele chová jako jediná, souvislá oblast s jednotným prostorem jmen.
- SPEC_92 Úložiště HOME je nativně zpřístupněné prostřednictvím Výpočetní sítě na všech Výpočetních serverech a Přístupových serverech.
- SPEC_93 Úložiště HOME je na klientech dostupné v cestě /home.
- SPEC_94 Úložiště HOME má čistou dostupnou kapacitu na úrovni souborového systému minimálně **25TB** (25×10^{12} byte).
- SPEC_95 Úložiště HOME umožňují uložení minimálně 500 miliónů souborů.
- SPEC_96 Úložiště HOME poskytuje dlouhodobě udržitelnou agregovanou rychlost sekvenčních operací minimálně **1.5 GB/s** (1.5×10^9 byte/s). Velikost bloku operací určí dodavatel dle svého uvážení. Požadovaná rychlost bude reálně dosažitelná z Výpočetních serverů.
- SPEC_97 Úložiště HOME poskytuje dlouhodobě udržitelný výkon I/O operací náhodného charakteru v režimu čtení/zápis 80 %/20 % minimálně **50 tisíc IOPs**. Velikost bloku operací určí dodavatel dle svého uvážení. Požadovaný výkon bude reálně dosažitelný z Výpočetních serverů.
- SPEC_98 Úložiště HOME poskytuje uživatelské kvóty, nepřekročitelné omezení využití kapacity a počtu souborů nastavitelné individuálně pro každého uživatele.
- SPEC_99 (I) Dodavatel uvádí níže v nabídce čistou dostupnou kapacitu, dlouhodobě udržitelnou agregovanou rychlost sekvenčních operací a dlouhodobě udržitelný výkon I/O operací náhodného charakteru v režimu čtení / zápis 80 % / 20 % úložiště HOME.
- SPEC_100 (I) Dodavatel uvádí níže v nabídce architekturu řešení, typ a konfiguraci nabízených zařízení, počet, velikost a typ disků, způsob zabezpečení (konfiguraci RAID nebo erasure codingu), počet spare disků nebo rezervní kapacitu a popis softwarového řešení úložiště HOME.

Technický popis nabízeného řešení HOME/Infra



Úložiště infrastruktury

- SPEC_101 Úložiště infrastruktury je souborové úložiště, které je určeno pro uložení dat infrastrukturních služeb superpočítače a pro uložení dat zadavatele potřebných pro realizaci a poskytování služeb uživatelům.
- SPEC_102 Zadavatel předpokládá následující použití Úložiště infrastruktury a pro ně stanovuje požadované parametry úložiště:
- instalační obrazy serverů (výpočetní a přístupové servery)
 - aplikační software a data zadavatele
- SPEC_103 Dodavatel může využít Úložiště infrastruktury i k jiným účelům než uvedeným v SPEC_102, musí však adekvátně navýšit parametry řešení a musí zajistit splnění zadavatelem požadovaných parametrů.
- SPEC_104 Úložiště infrastruktury má čistou dostupnou kapacitu na úrovni souborového systému minimálně **25TB** (25×10^{12} byte).
- SPEC_105 Úložiště infrastruktury umožňuje uložení minimálně 500 miliónů souborů.
- SPEC_106 Úložiště infrastruktury poskytuje dlouhodobě udržitelnou agregovanou rychlost sekvenčních operací minimálně **1.5 GB/s** (1.5×10^9 byte/s). Velikost bloku operací určí dodavatel dle svého uvážení. Požadovaná rychlost bude reálně dosažitelná z Výpočetních serverů.
- SPEC_107 Úložiště infrastruktury poskytuje dlouhodobě udržitelný výkon I/O operací náhodného charakteru v režimu čtení/zápis 80 %/20 % minimálně **50 tisíc IOPs**. Velikost bloku operací určí dodavatel dle svého uvážení. Požadovaný výkon reálně dosažitelný z Výpočetních serverů.
-

- SPEC_108 Úložiště infrastruktury umožňuje rozdělení datové kapacity na logické části (souborové systémy či jeho části) požadované velikosti a zpřístupnění těchto logických částí výhradně na vybrané servery.
- SPEC_109 Úložiště infrastruktury je dostupné všem serverům řešení Velkého clusteru.
Úložiště infrastruktury zpřístupňuje:
- instalační obrazy serverů – na Infrastrukturní servery určené pro běh vzdálené instalace, popř. běh síťového bootu serverů
 - aplikační software a data zadavatele – zpřístupněný v cestě /apps
 - na Přístupové a Výpočetní servery prostřednictvím Výpočetní sítě
 - na Infrastrukturní servery; pro servery existuje datová cesta k úložišti infrastruktury s propustností minimálně 10Gb/s.
- SPEC_110 (I) Dodavatel uvádí v nabídce (v kapitole výše a v souhrnu) čistou dostupnou kapacitu, dlouhodobě udržitelnou agregovanou rychlost sekvenčních operací a dlouhodobě udržitelný výkon I/O operací náhodného charakteru v režimu čtení/zápis 80 %/20 % Úložiště infrastruktury.
- SPEC_111 (I) Dodavatel uvádí v nabídce (v kapitole výše) architekturu řešení, typ a konfiguraci nabízených zařízení, počet, velikost a typ disků, způsob zabezpečení (konfiguraci RAID nebo erasure codingu), počet spare disků nebo rezervní kapacitu a popis softwarového řešení Úložiště infrastruktury.

Odpověď uchazeče:

Pro realizaci úložiště infrastruktury a úložiště infrastruktury je použito jedno společné diskového pole. Jeho parametry a popis jsou uvedeny v kapitole HOME.

Vymezení pojmu – kapacita úložiště

- SPEC_112 Kapacita (velikost) úložiště je požadována a musí být uváděna jako čistá využitelná kapacita (není-li explicitně uvedeno jinak), tj. jako velikost úložiště reálně využitelná uživatelem na nejvyšší poskytované úrovni, tj. na úrovni poskytované služby.
- Kapacita souborového úložiště je kapacita souborových systémů poskytovaných úložištěm.
Kapacita souborového systému je čistá využitelná kapacita souborového systému, to je reálně využitelná kapacita souborového systému.
- SPEC_113 Určení čisté využitelné kapacity úložiště musí být uvedeno pro nabízenou/dodávanou konfiguraci určenou k běžnému provozu.
- SPEC_114 Určení čisté využitelné kapacity nesmí kalkulovat, zohledňovat vlastnosti systému či jeho komponenty na potenciální možnost uložení většího množství dat za předpokladů, které nelze zajistit (kompresce, deduplikace apod.).
- SPEC_115 Určení čisté využitelné kapacity nesmí kalkulovat, zohledňovat vlastnosti systému či jeho komponenty na alokování většího prostoru, než je fyzicky možné či reálně uskutečnitelné bez dalších úkonů (oversubscription).
- SPEC_116 Kapacity úložišť se uvádějí s využitím předpon dekadických násobků.
gigabyte (GB) 10^9 byte
terabyte (TB) 10^{12} byte
petabyte (PB) 10^{15} byte
-

- SPEC_117 Čistá dostupná kapacita datového úložiště se zjišťuje na vhodném klientském systému úložiště zápisem do úložiště do jeho zaplnění nebo čtením celého úložiště anebo vhodným systémovým nástrojem prezentujícím velikost – kapacitu úložiště.
- SPEC_118 Nástroje použité pro zjištění kapacity poskytuje důvěryhodné informace a musí pracovat se známou velikostí datového bloku nebo se známou a přesnou jednotkou. Pro ilustraci, v OS Linux lze velikost souborového systému v bytech zjistit pomocí příkazu `df -B1`, hodnota Available.

Odpověď uchazeče:

Nabízené řešení plní veškerá ustanovení tohoto vymezení.

Vymezení pojmu – rychlost úložiště

- SPEC_119 Rychlost úložiště (rychlost sekvenčních operací a výkon I/O operací) je požadována a musí být uváděna jako rychlost reálně dlouhodobě dosažitelná uživatelem na nejvyšší poskytované úrovni, tj. na úrovni poskytované služby z klientů úložiště.
- SPEC_120 Rychlost souborového úložiště je reálně dlouhodobě dosažitelná (sustained) rychlost operací prováděných na souborových systémech úložiště z klientů souborového úložiště.
- SPEC_121 Rychlost sekvenčních operací úložiště je menší z hodnot rychlost sekvenčního zápisu úložiště a rychlost sekvenčního čtení úložiště.
- SPEC_122 Určení rychlosti úložiště musí být uvedeno pro nabízenou/dodávanou konfiguraci určenou k běžnému provozu.
- SPEC_123 Určení rychlosti nesmí vycházet z předpokladu specifických výhodných podmínek či specifického výhodného režimu měření (např. operace z cache), pokud tyto podmínky nebo režim nejsou explicitně požadovány nebo uvedeny.
- SPEC_124 Rychlosti úložišť se uvádějí s využitím předpon dekadických násobků.

Odpověď uchazeče:

Nabízené řešení plní veškerá ustanovení tohoto vymezení.

Měření rychlosti

- SPEC_125 Dodavatel musí prokázat splnění rychlosti úložišť provedením výkonových testů (benchmarků) v rámci akceptačních testů (měření rychlosti).
- SPEC_126 Běh výkonových testů úložišť bude realizován na Výpočetních serverech (testovací servery).
- SPEC_127 Před každým měřením rychlosti úložiště musí být zajištěno vymazání diskových cache pamětí testovacích serverů. Použije se příkaz:
`echo 3 > /proc/sys/vm/drop_caches`
- SPEC_128 Měření rychlosti je nutno provádět postupy a za podmínek, které odpovídají běžnému provozu, běžnému poskytování služeb úložiště. Před a během měřením rychlosti úložiště se nesmí provádět žádné úkony, které by měly vliv na výsledek měření.
-

Použití nástroje fio

SPEC_129 Měření rychlosti sekvenčních operací a měření výkonu I/O operací náhodného charakteru souborových úložišť se bude provádět nástrojem fio v klient-server režimu. fio je open-source nástroj (licence GPL verze 2) pro benchmarkování a testování I/O dostupný na adrese <https://github.com/axboe/fio>. Pro měření se použije fio verze 3.35 nebo novější, pro měření lze použít fio z distribuce dodávaného operačního systému.

Na každém serveru určeném pro realizaci měření souborového úložiště (testovacím servery dle SPEC_126) se ověří dostupnost měřeného souborového úložiště a spustí program fio v serverovém režimu:
fio --server

Z vybraného serveru se pak iniciuje měření – spustí se na něm program fio v klientském režimu:
time fio \
--client=machinefile jobfile \
--output-format=normal,json |& \
tee fio.out

V souboru machinefile jsou uvedena jména serverů určených pro realizaci měření úložiště, každé jméno je uvedeno na samostatném řádku. jobfile je jméno konfiguračního souboru programu fio obsahující popis testu dle požadavků konkrétního měření. Soubor jobfile je umístěn na serveru, který iniciuje měření.

Adresář souborového úložiště použitý pro vytváření testovacích souborů měření (v jobfile jde o nastavení directory) musí být před měřením prázdný. Pro měření sekvenčního čtení souborového úložiště a pro měření výkonu I/O operací náhodného charakteru souborového úložiště se před měřením v adresáři připraví testovací soubory. Testovací soubory se vytvoří stejným postupem jako samotné měření – spuštěním programu fio v klientském režimu, ale v příslušném jobfile se uvede nastavení create_only=1 a pro zkrácení doby běhu přípravy souborů je možno použít jinou velikost bloku (parametr bs).

Pro určení výsledku měření bude použit výstup programu fio na serveru, který inicioval měření, tj. soubor fio.out. Budou použity souhrnné informace o měření, které jsou uvedeny v části „All clients“, použije se JSON formát výstupu. V JSON výstupu se použije poslední položka atributu „client_stats“, atribut „jobname“ této položky má hodnotu „All clients“, tato položka je dále označovaná jako souhrn. Pro měření rychlosti sekvenčních operací se použije hodnota atributu „bw_bytes“ atributu „read“ nebo „write“ (podle typu měření) souhrnu. Získaná hodnota udává rychlost (propustnost) v bytech za sekundu. Pro měření výkonu I/O operací se použije součet hodnot atributu „iops“ atributů „read“ a „write“ souhrnu. Získaná hodnota udává celkový počet I/O operací za sekundu (IOPS).

Odpověď uchazeče:

Nabízené řešení plní veškerá ustanovení tohoto vymezení.

Měření rychlosti sekvenčních operací

SPEC_130 Měření dlouhodobě udržitelné agregované rychlosti sekvenčního operací souborového úložiště se bude provádět nástrojem fio dle SPEC_129.

Rychlost sekvenčních operací datového úložiště je menší z hodnot rychlost sekvenčního zápisu souborového úložiště a rychlost sekvenčního čtení souborového úložiště.

Pro měření sekvenčního zápisu souborového úložiště se použije následující konfigurační soubor – fio jobfile:

```
[global]
rw=write
bs=BLOCKSIZE
create_on_open=1
time_based
runtime=30m
numjobs=NUMJOBS
fsync_on_close=1
```

```
[FILESYSTEM]
directory=/MOUNTPOINT/test/fio
filesize=FILESIZE
```

Pro měření sekvenčního čtení souborového úložiště se použije následující konfigurační soubor – fio jobfile:

```
[global]
rw=read
bs=BLOCKSIZE
time_based
runtime=30m
numjobs=NUMJOBS
fsync_on_close=1
;create_only=1
```

```
[FILESYSTEM]
directory=/MOUNTPOINT/test/fio
filesize=FILESIZE
```

Parametry FILESYSTEM, MOUNTPOINT, BLOCKSIZE, NUMJOBS a FILESIZE se nahradí vhodnými hodnotami.

Parametr FILESYSTEM udává jméno úložiště, např. HOME nebo SCRATCH.

Parametr BLOCKSIZE udává velikost použitého bloku, hodnotou je velikost dle syntaxe programu fio (např. 1M).

Parametr MOUNTPOINT udává mountpoint měřeného úložiště na klientech.

Parametr NUMJOBS udává počet paralelně prováděných úloh na testovacím serveru, hodnotou je kladné přirozené číslo.

Parametr FILESIZE udává velikost jednotlivých souborů, se kterými úloha pracuje, hodnotou je velikost dle syntaxe programu fio (např. 3T).

Celková velikost souborů, se kterými měření pracuje z jednoho testovacího serveru, tj. hodnota FILESIZE * NUMJOBS, musí být větší než dvojnásobek velikosti operační paměti každého testovacího serveru.

Celková velikost souborů, se kterými měření pracuje ze všech použitých testovacích serverů, tj. hodnota FILESIZE * NUMJOBS * počet_testovacích_serverů musí být větší než

- 800TB pro Úložiště SCRATCH
- 10TB pro Úložiště HOME
- 10TB pro Úložiště infrastruktury

Odpověď uchazeče:

Nabízené řešení plní veškerá ustanovení tohoto vymezení.

Měření výkonu I/O operací

SPEC_131 Měření dlouhodobě udržitelného výkonu I/O operací náhodného charakteru souborového úložiště se bude provádět nástrojem fio dle SPEC_129.

Použije následující konfigurační soubor – fio.jobfile.

```
[global]
rw=randrw
rwmixread=80
bs=BLOCKSIZE
time_based
runtime=30m
numjobs=NUMJOBS
fsync_on_close=1
;create_only=1
```

```
[FILESYSTEM]
directory=/MOUNTPOINT/test/fio
filesize=FILESIZE
```

Parametry FILESYSTEM, MOUNTPOINT, BLOCKSIZE, NUMJOBS a FILESIZE se nahradí vhodnými hodnotami.

Parametr FILESYSTEM udává jméno úložiště, např. HOME nebo SCRATCH.

Parametr MOUNTPOINT udává mountpoint měřeného úložiště na klientech.

Parametr BLOCKSIZE udává velikost použitého bloku, hodnotou je velikost dle syntaxe programu fio (např. 8k).

Parametr NUMJOBS udává počet paralelně prováděných úloh na testovacím serveru, hodnotou je kladné přirozené číslo.

Parametr FILESIZE udává velikost jednotlivých souborů, se kterými úloha pracuje, hodnotou je velikost dle syntaxe programu fio (např. 3T).

Celková velikost souborů, se kterými úloha pracuje z jednoho testovacího serveru, tj. hodnota FILESIZE * NUMJOBS, musí být větší než dvojnásobek velikosti operační paměti každého testovacího serveru.

Celková velikost souborů, se kterými měření pracuje ze všech použitých testovacích serverů, tj. hodnota FILESIZE * NUMJOBS * počet_testovacích_serverů musí být větší než

- 800TB pro Úložiště SCRATCH
- 10TB pro Úložiště HOME
- 10TB pro Úložiště infrastruktury

Odpověď uchazeče:

Nabízené řešení plní veškerá ustanovení tohoto vymezení.

Měření výkonu metadata operací

SPEC_132 Za účelem ověření stability provádění metadata operací souborového úložiště a zjištění výkonu metadata operací souborového úložiště se v rámci akceptačních testů provede měření dlouhodobě udržitelného výkonu metadata operací souborového úložiště.

SPEC_133 Měření dlouhodobě udržitelného výkonu metadata operací souborového úložiště se bude provádět nástrojem mdtest <https://github.com/hpc/ior>.

Pro měření bude použit následující příkaz:

```
time \  
mpirun -n $NPROC -f machinefile \  
mdtest \  
-C -T -r \  
-F \  
-d /MOUNTPOINT/test/mdtest \  
-l $FILES_PER_DIR \  
-i $ITERATIONS \  
-u \  
-z $TREE_DEPTH -b $BRANCHING_FACTOR \  
-L
```

kde machinefile je soubor obsahující jména serverů určených pro provádění testu, každé jméno uvedeno na samostatném řádku,

NPROC, FILES_PER_DIR ITERATIONS, TREE_DEPTH, BRANCHING_FACTOR jsou proměnné – kladná, přirozená čísla, stanovena tak, že

- že hodnota FILES_PER_DIR je větší nebo rovna 100
- počet souborů vytvořených v každé iteraci je minimálně 10^8 , tj.
 $NPROC * FILES_PER_DIR * BRANCHING_FACTOR^{TREE_DEPTH} \geq 10^8$
- doba běhu testu je minimálně 1 hodina.

Za výsledek měření se považují hodnoty z řádků „File creation“ a „File stat“, ve sloupci Mean, tabulky „SUMMARY rate“.

Odpověď uchazeče:

Nabízené řešení plní veškerá ustanovení tohoto vymezení.

Infrastrukturní servery

SPEC_134 Infrastrukturní servery jsou navrženy a dimenzovány tak, aby zajistily spolehlivý, bezpečný, rychlý a efektivní provoz Velkého clusteru a jeho správu. Některé požadavky na infrastrukturní služby jsou uvedeny v kapitole 0 Software.

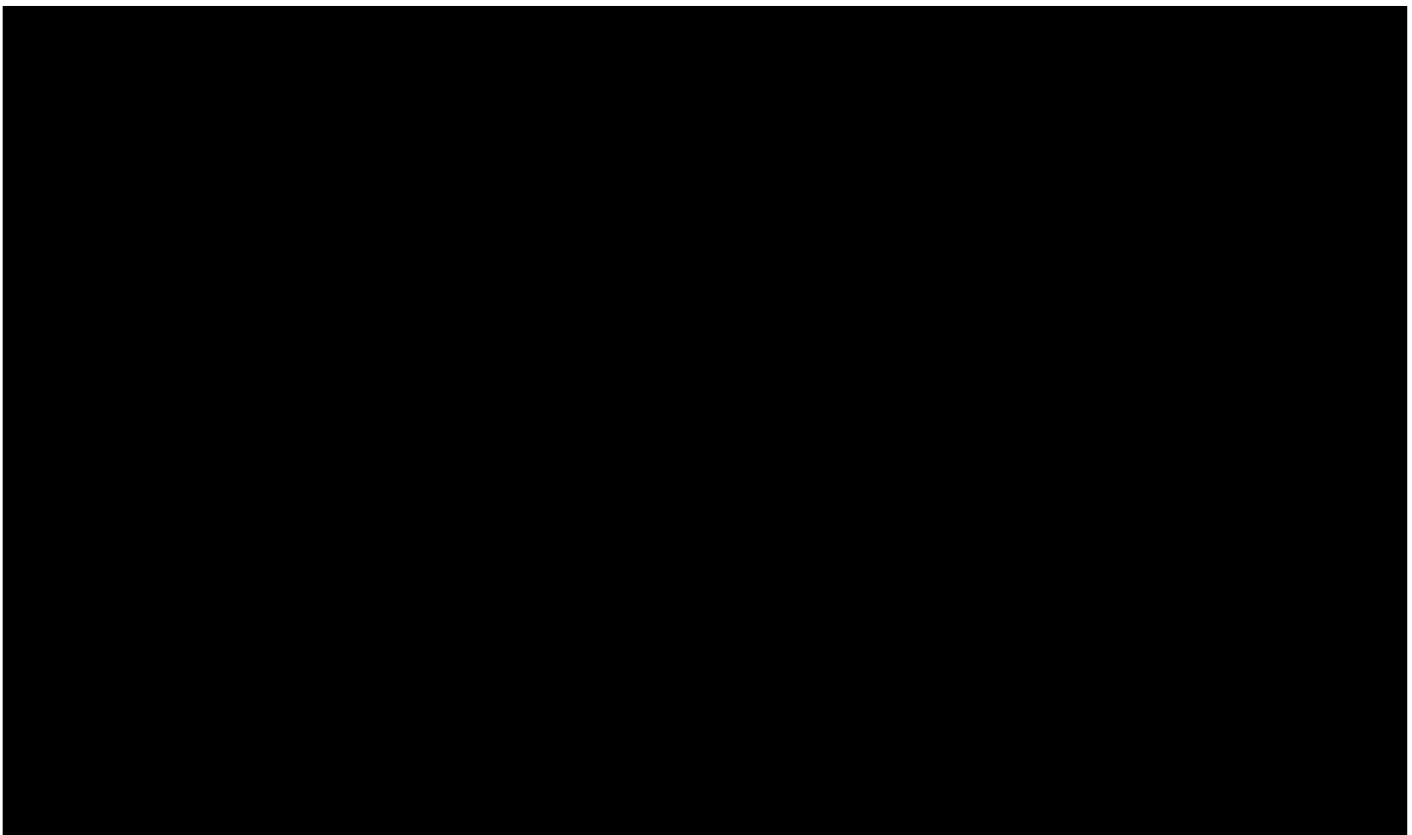
SPEC_135 Velký cluster obsahuje dvě kategorie Infrastrukturních serverů:

1. Infrastrukturní servery pro běh služeb dodavatele – Infrastrukturní servery určené pro běh služeb dodavatele, které zajišťují chod Superpočítače a komplexní naplnění požadavků zadavatele. Servery jsou mimo jiné určeny pro běh služeb uvedených v kapitole 0 Software.
2. Infrastrukturní servery pro běh služeb zadavatele – Infrastrukturní servery určené pro běh dalších služeb zadavatele, které implementuje a provozuje zadavatel (další služby poskytované uživatelům, integrace superpočítače do prostředí zadavatele a další).

SPEC_136 Velký cluster obsahuje minimálně tři fyzické Infrastrukturní servery pro běh služeb dodavatele (kategorie 1), servery poskytují celkově (v souhrnu) minimálně 384GiB RAM a 48 CPU jader.

- SPEC_137 Velký cluster obsahuje minimálně tři fyzické Infrastrukturní servery pro běh služeb zadavatele (kategorie 2), každý server splňuje následující požadavky:
- Minimálně 16 CPU jader
 - Paměť RAM minimálně 192GiB, provozovaná v režimu DDR5 s ECC
 - Minimálně 2 lokální SSD disky o kapacitě minimálně 960GB v RAID1
 - Připojení Výpočetní síť, min 200Gb/s
 - Připojení LAN síť, min 100Gb/s
 - Klient úložišť HOME (/home), SCRATCH (/scratch) a infrastruktury (/apps), je vyžadován nativní klient a dostupnost nativní funkcionality těchto úložišť.
- SPEC_138 Pro řešení infrastrukturních služeb může být použita virtualizační technologie. Použití virtualizace však nesmí mít negativní dopad na kvalitu poskytovaných služeb.
- SPEC_139 Každý fyzický Infrastrukturní server splňuje následující požadavky:
- Disky v RAID s redundancí dat
 - Za provozu vyměnitelné (hot-swap) disky
 - Redundantní, za provozu vyměnitelné (hot-swap) napájecí zdroje, redundantní napájení
 - Připojení LAN síť
- SPEC_140 Klíčové služby jsou provozovány v režimu vysoké dostupnosti, preferovaně použitím nativního mechanismu dané služby.
- SPEC_141 Výpadek nebo odstávka libovolného jednoho Infrastrukturního serveru nezpůsobí přerušení probíhajících úloh a provozu Výpočetního clusteru, Přístupových serverů, Úložišť, Síťové infrastruktury a správy superpočítače.
- SPEC_142 (I) Dodavatel níže nabídky uvádí počet Infrastrukturních serverů, jejich určení a detailní konfiguraci.

Odpověď uchazeče:



Zálohování

SPEC_143 Součástí dodávky je komplexní řešení zálohování dat – Zálohování.

SPEC_144 Řešení Zálohování zajišťuje zejména:

- zálohování všech dodávaných serverů s výjimkou Výpočetních serverů
 - zálohování Úložiště HOME; Úložiště SCRATCH se nezalohuje.
-

- zálohování Úložiště infrastruktury

Pro Výpočetní servery se předpokládá bootování či instalace/reinstalace/obnova z jednotných instalačních obrazů. Zálohují se obrazy centrálního úložiště instalačních obrazů včetně instalačních obrazů Výpočetních serverů.

Pro úložiště HOME se předpokládá obsazení 80% celkové kapacity úložiště daty typickými pro takové úložiště v daném použití (tedy HOME v prostředí HPC centra obdobné velikosti), předpokládá se změna 4% celkové kapacity úložiště denně.

Úložiště infrastruktury se zálohuje na úrovni souborového systému realizovaném na logických částech Úložiště infrastruktury. Pro Úložiště infrastruktury se předpokládá obsazení 80% celkové kapacity a změna 4% celkové kapacity úložiště denně.

Není nutno zálohovat data serverů dočasného charakteru, která nejsou potřebná k obnově serveru.

- SPEC_145 Zálohování dat probíhá s periodou 1 den. Kompletní cyklus zálohování všech dat proběhne v čase od 22:00 do 6:00 (tj. během maximálně 8 hodin).
- SPEC_146 Řešení Zálohování umí umožňovat/poskytovat obnovu dat z posledních 21 dnů, z posledních 21denních záloh.
- SPEC_147 Řešení Zálohování poskytuje dostatečnou zálohovací kapacitu pro naplnění všech uvedených požadavků (s ohledem na použitou technologii a reálně dosažitelné parametry v daném nasazení).
- SPEC_148 Priority zálohování a obnovy dat (pořadí dle priority od nejvyšší k nejnižší):
1. Nejvyšší priorita: Servery řešení nezbytné pro poskytování služeb systému, Úložiště infrastruktury
 2. Další servery řešení
 3. Nejnižší priorita: Úložiště HOME
- SPEC_149 Řešení pro zálohování a obnovu dat splňuje následující základní vlastnosti:
- časový harmonogram záloh
 - obnova individuálních souborů a složek
 - obnova vlastníků, práv a atributů souborů a složek
 - paralelní běh záloh a obnov
- SPEC_150 Řešení zálohování používá technologii zálohování do diskového úložiště. Předpokládá se použití technologie pro lepší efektivitu uložení dat (např. komprese nebo deduplikace).
- SPEC_151 Zálohování používá vyhrazené, nezávislé úložiště. Úložiště určené pro zálohování splňuje požadavky uvedené v kapitole 0 Redundance disků.
- SPEC_152 Zálohování je řešeno tak, aby mělo minimální negativní dopad na provoz a výkon Velkého clusteru.
- SPEC_153 Licence zálohovacího systému pokrývá všechny uvedené potřeby v maximální konfiguraci.
- SPEC_154 (I) Dodavatel uvádí níže v nabídce zálohovací kapacitu a propustnost řešení, která je dostatečná pro naplnění uvedených požadavků na zálohování.
-

- SPEC_155 (I) Dodavatel uvádí níže v nabídce detailní popis výpočtu potřebné kapacity pro naplnění požadavků zadavatele na zálohování.
- SPEC_156 (I) Dodavatel uvádí níže v nabídce architekturu řešení, typ a konfiguraci nabízených zařízení, popis softwarového řešení zálohování, jeho vlastnosti a navrhovanou zálohovací politiku.

Technický popis zálohování

Zálohování bude poskytovat zabezpečení dat serverů, infrastrukturního úložiště (INFRA) a uživatelského datového úložiště HOME. Zálohování je řešeno bez využití pásek (diskové úložiště) a využívá technologii pro vyšší efektivitu uložení dat. Zálohování využívá vyhrazené, nezávislé úložiště dat Backup Storage a 2 kombinované infrastrukturní servery v režimu vysoké dostupnosti.

Řešení zálohování zajišťuje:

- zálohování a obnovu všech dodávaných serverů s výjimkou Výpočetních serverů
- zálohování Úložiště HOME
- zálohování Úložiště infrastruktury
- bare-metal disaster recovery serverů (s výjimkou Výpočetních serverů)
- časový harmonogram záloh
- obnova individuálních souborů a složek
- obnova vlastníků, práv a atributů souborů a složek
- paralelní běh záloh a obnov

Zálohování je řešeno následujícími **programy**:

- BAREOS – opensource zálohovací řešení typu klient-server, které provádí zálohy serverů a datových úložišť HOME a Úložiště infrastruktury na souborové úrovni.

Z hlediska SW architektury je **BAREOS** tvořena následujícími komponentami:

DB Server – ukládá konfigurace a statistiky zálohovacích úloh. Je realizován službou PostgreSQL.

BAREOS director – řídí a monitoruje úlohy pro zálohování, obnovu, kontrolu záloh, archivaci apod. Je realizována službou bareos-dir (director daemon)

BAREOS storage server – přijímá a odesílá data klientů a provádí čtení a zápis dat a atributů záloh na úložná média, v našem případě diskové svazky. Je realizován službou bareos-sd (storage daemon)

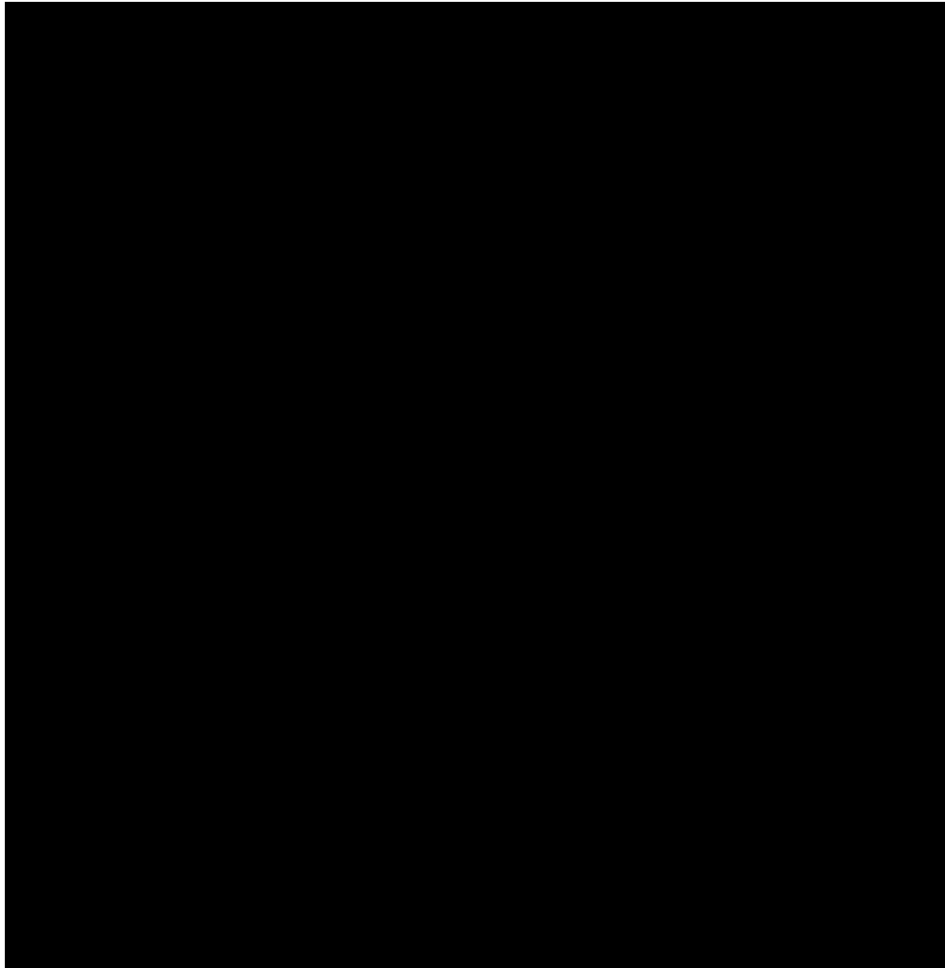
BAREOS file client – je instalován na zálohovaných serverech, nebo na k tomu určených serverech s přístupem k datovým úložištím a čte/zapíše zálohované/obnovované soubory. Je realizován službou bareos-fd (file daemon)

Pro uživatelskou interakci se zálohovacím řešením bude k dispozici:

- GUI rozhraní realizované pomocí komponenty **BAREOS-webu**



- CLI rozhraní **bconsole**:



- **ReaR – Relax and Recover** – zabezpečuje disaster recovery serverů – bare metal obnovu záloh při totálním selhání serverů. Vytváří bootovatelný obraz, po jehož nabofování je možné server plně obnovit v prostředí BAREOS.
- Prostředí používá kompresi GZIP nebo LZO pro data a používá rovněž kompresi komunikace.

Rozvaha backup schématu, propustností a kapacit:

Pro rozvahu nebudeme uvažovat efekt komprese komunikace ani dat.

Kapacity OS serverů uvažujeme 500 GB na jeden server s denní změnou 10 %

úložiště	kapacita [TB]	zaplnění [%]	zaplnění [TB]	daily delta [%]	daily delta [TB]
HOME	25	80 %	20	4 %	1
Infra	25	80 %	20	4 %	1
server OS x10	5	100 %	5	10 %	0.5
Total	55		45		2.5

Navrhujeme použít zálohovací schéma forever-incremental s konsolidací do syntetic full backup. Elegance tohoto řešení spočívá v tom, že po prvotních full backupech v počáteční fázi, kdy lze předpokládat, že ještě nebudou úložiště úplně zaplněna, by zálohovací okno sloužilo k pokrytí denních změn, a konsolidace full backupu by probíhala mimo zálohovací okno na BAREOS serveru bez účasti dalších serverů.

Potřebná propustnost pro takové řešení činí cca 175 MB/s (2,5 TB/4h ~ 173,61) MB/s, uvažujeme průměrnou režii běhu úloh na 50% zálohovacího okna vzhledem k Velkým souborům).

Zálohování úložiště bude rozděleno do paralelně běžících úloh, aby byl celkový čas na scanování změn filesystému maximálně zredukován paralelizací tak, aby umožnil doběh vlastního zálohování v rámci okna.

Vzhledem k inkrementální strategii budeme udržovat konsolidovaný syntetic full backup now-3 weeks a 21x denní inkrementály.

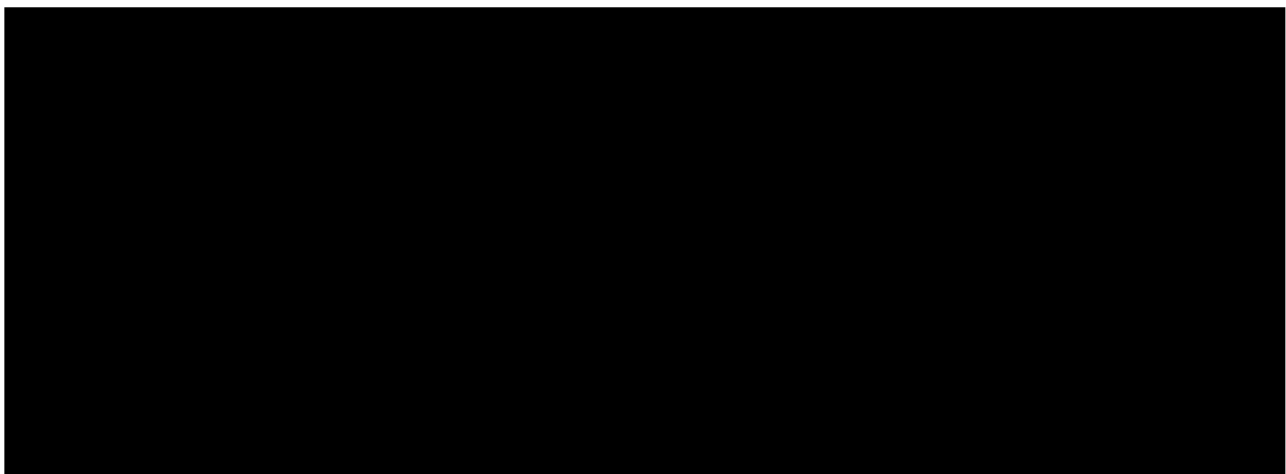
Čistá potřebná kapacita je pak cca 100 TB (1x 45 + 21x 2,5) = 97,5 TB). K tomu připočteme dalších 45TB na prostor pro kopírování souborů při konsolidaci syntetic full backupů.

Očekáváme, že kompresí bude možno získat cca 1/3 kapacity, pro účely rozvahy ji však neuvažujeme.

Deduplikace dat není použita.

Kapacity potřebné pro uložení bootovatelných obrazů ReaRu zanedbáváme, jelikož se bude jednat o desítky souborů v rozmezí desítek až stovek MB. Řešení úložiště pro zálohování poskytuje poměrně značnou rezervu jak z hlediska výkonu a propustnosti, tak kapacitně. To umožní zálohovací schéma dále ladit.

Součástí řešení zálohování je nezávislé dedikované úložiště pouze pro potřeby zálohování v potřebné kapacitě.



Síťová infrastruktura

SPEC_157 Velký cluster obsahuje veškerou síťovou infrastrukturu (aktivní prvky, moduly, kabeláž atd.) potřebnou pro realizaci superpočítače a pro připojení superpočítače do WAN sítě zadavatele a do storage sítě zadavatele.

LAN síť

SPEC_158 LAN síť bude zajišťovat komunikaci mezi zařízeními uvnitř superpočítače a poskytovat připojení do WAN sítě zadavatele.

SPEC_159 LAN síť obsahuje veřejné a privátní části sítě.

SPEC_160 Veřejné části sítě (dále jen veřejné sítě), ve kterých budou použity veřejné IPv4 a IPv6 adresy, budou sloužit pro poskytování služeb dostupných z internetu (přístupové servery, některé infrastrukturní servery zadavatele).

SPEC_161 Privátní části sítě (dále jen privátní sítě), ve kterých budou použity privátní IPv4 adresy, budou sloužit pro vnitřní služby a pro management zařízení.

SPEC_162 Zařízení v privátních sítích bude umožněn přístup do internetu přes NAT. NAT bude poskytován síťovým prvkem zadavatele umístěným ve WAN síti zadavatele.

SPEC_163 Řešení sítě podporuje IPv6.

SPEC_164 LAN síť bude rozdělena do různých L3 sítí. Pro každou L3 síť bude použita jiná L2 síť (VLAN nebo jiný aktivní prvek). Je nežádoucí používat jednu L2 síť pro více L3 sítí. Rozdělení sítí bude zajišťovat zejména oddělení těchto provozů:

- služby dostupné z internetu
- datová komunikace mezi servery (služby)
- management síťových aktivních prvků
- management diskových polí a storage zařízení
- management serverů (BMC, IPMI apod.)
- management non-IT infrastruktury (napájení, chlazení apod.)

Připojení zařízení

SPEC_165 Připojení Přístupových serverů a Infrastrukturních serverů do LAN sítě bude redundantní.

SPEC_166 Minimální rychlost připojení zařízení do LAN sítě:
Minimální rychlost připojení každého Přístupového serveru je 100Gb/s.
Minimální rychlost připojení každého Infrastrukturní serveru pro běh služeb dodavatele je 25Gb/s.
Minimální rychlost připojení každého Infrastrukturní serveru pro běh služeb zadavatele je 100Gb/s.
Minimální rychlost připojení každého Výpočetního serveru je 1Gb/s.

- SPEC_167 Minimální rychlosti dle SPEC_166 bude dosažitelné při přístupu z WAN sítě zadavatele. Pro systémy uvedené v požadavku SPEC_165 bude požadavek minimální rychlosti splněn i v případě výpadku jednoho libovolného aktivního síťového prvku.
- SPEC_168 Agregovaná rychlost připojení všech Přístupových serverů v LAN síti dosažitelná při přístupu z WAN sítě zadavatele bude minimálně 200Gb/s.
- SPEC_169 Agregovaná rychlost připojení všech Infrastrukturních serverů pro běh služeb zadavatele v LAN síti dosažitelná při přístupu z WAN sítě zadavatele bude minimálně 200Gb/s.
- SPEC_170 Agregovaná rychlost připojení všech Výpočetních serverů v LAN síti dosažitelná při přístupu z WAN sítě zadavatele bude minimálně 25Gb/s.

Hraniční prvky

- SPEC_171 Propojení LAN sítě Velkého clusteru s WAN sítí zadavatele bude na straně Velkého clusteru řešena redundantními aktivními síťovými prvky (dále označovanými jako hraniční prvky, v obrázku označeno HP1, HP2). Hraniční prvky splňují následující vlastnosti:
- duální napájení
 - redundantní zapojení serverů pomocí multi-chassis ether channel
 - propustnost propojení mezi hraničními prvky bude minimálně 200Gb/s
 - oddělené routovací instance pro privátní a veřejné sítě
- SPEC_172 Hraniční prvky umožňují restrikce datového provozu pomocí access control listů (ACL). Hraniční prvky umožňují konfigurace ACL pro každý port zařízení zvlášť. Každý hraniční prvek umožňuje konfiguraci ACL o minimálním počtu 2 tisíce vstupních a 2 tisíce výstupních pravidel.
- SPEC_173 V případě odděleného control-plane hraničních prvků, hraniční prvky umožňují použití technologií HSRP nebo VRRP, kde keepalive komunikace probíhá po IP adresách z rozdílného subnetu (privátního) než je plovoucí IP adresa z veřejného IP rozsahu.
- SPEC_174 Hraniční prvky umožňují autentizaci uživatelů protokolem RADIUS nebo TACACS+, definici různých rolí při správě sítě (operátor, administrátor atd.) a logování použitých příkazů.
- SPEC_175 Hraniční prvky umožňují export i import konfigurace na/ze serveru pomocí protokolu TFTP, FTP, SCP nebo SFTP. Konfigurace bude uložena ve tvaru, který umožňuje její editaci.

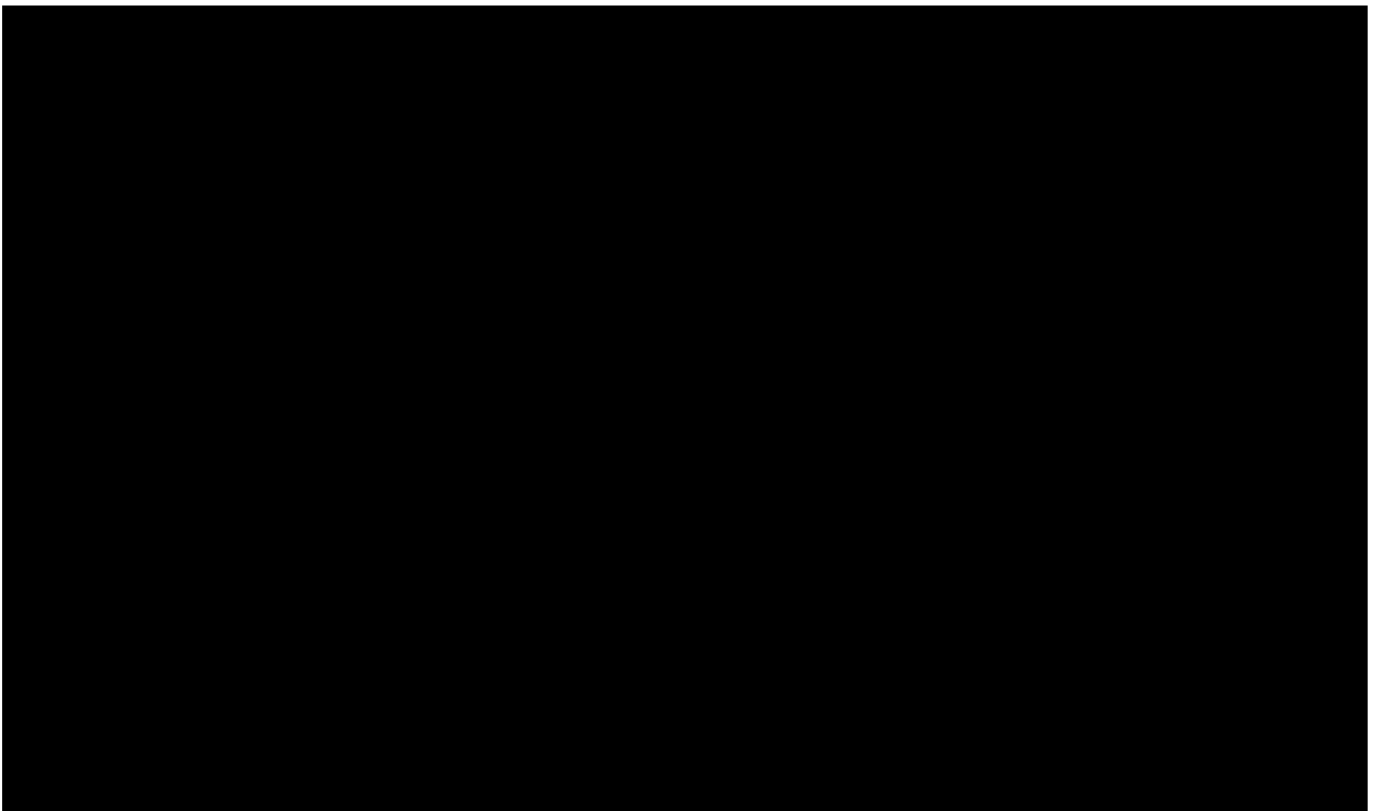
Aktivní síťové prvky

Požadavky uvedené v této kapitole jsou společné požadavky pro všechny aktivní síťové prvky včetně Hraničních prvků.

- SPEC_176 Aktivní síťové prvky bude vzdáleně spravovatelné použitím zabezpečeného management rozhraní, s použitím silných šifer, silných klíčů a silných hashovacích algoritmů.
- SPEC_177 Aktivní síťové prvky poskytuje vzdálený přístup pomocí protokolu SSH2.
- SPEC_178 Aktivní síťové prvky podporuje standard 802.1Q (VLAN Tagging).
-

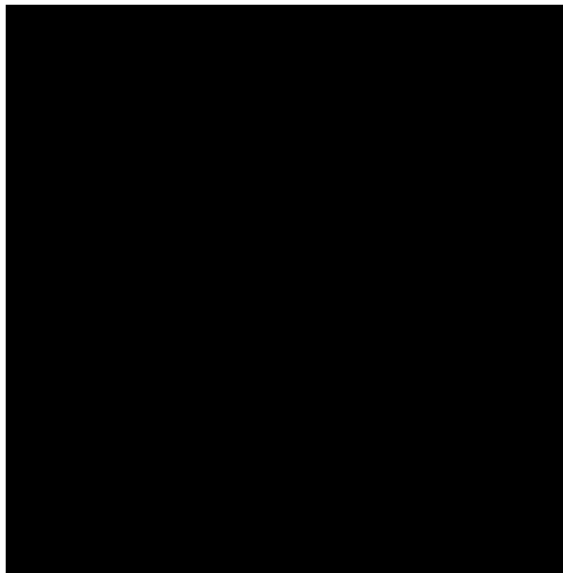
- SPEC_179 Aktivní síťové prvky umožňují provoz VLAN v počtu minimálně 100, s možností číslování VLAN od 1 do 4094.
- SPEC_180 Aktivní síťové prvky podporuje protokoly IGMPv2 a IGMPv3.
- SPEC_181 Aktivní síťové prvky, které v řešení pracují na L3 vrstvě, podporuje IPv4 multicast routing a protokoly PIM Sparse Mode and PIM Source-Specific Multicast.
- SPEC_182 Aktivní síťové prvky umožňují čtení údajů o stavu a vytížení portů protokoly SNMPv2 a SNMPv3. Umožňují:
- možnost definice omezení přístupu do vybraných větví SNMP stromu pro specifikovanou komunitu
 - zasilání SNMP trapů pro definované události
- SPEC_183 Ethernetová management rozhraní aktivních prvků sítě budou připojena do OOB sítě zadavatele realizovaného OOB switchem zadavatele. Propojení bude realizováno fyzickým propojem dodaného síťového prvku, kde budou fyzicky zapojena výše zmíněná management rozhraní. Takové propojení bude fungovat jako L2 trunk. Dodavatel může využít maximálně dvou portů OOB switchu zadavatele. Dodavatel dodá potřebnou kabeláž a zajistí připojení.
Sériová management rozhraní hraničních prvků sítě budou připojena do OOB routeru zadavatele. Dodavatel zajistí kabeláž mezi patchpanelem zadavatele ve WAN racku a rackem s dodaným hardware.
Pro ethernetové i sériové propoje bude použit ethernetový kabel typu drát kategorie 5E nebo vyšší, s pláštěm LSOH.
- SPEC_184 (I) Dodavatel uvádí níže v popise schéma zapojení LAN sítě, počty spojů a rychlosti připojení.
- SPEC_185 (I) Dodavatel uvádí níže v popise detailní specifikaci Hraničních prvků – jméno výrobce zařízení, celé modelové označení zařízení, počet zařízení, označení feature licencí.
- SPEC_186 (I) Dodavatel uvádí níže v popise specifikaci aktivních síťových prvků.

Technický popis řešení síťových prvků

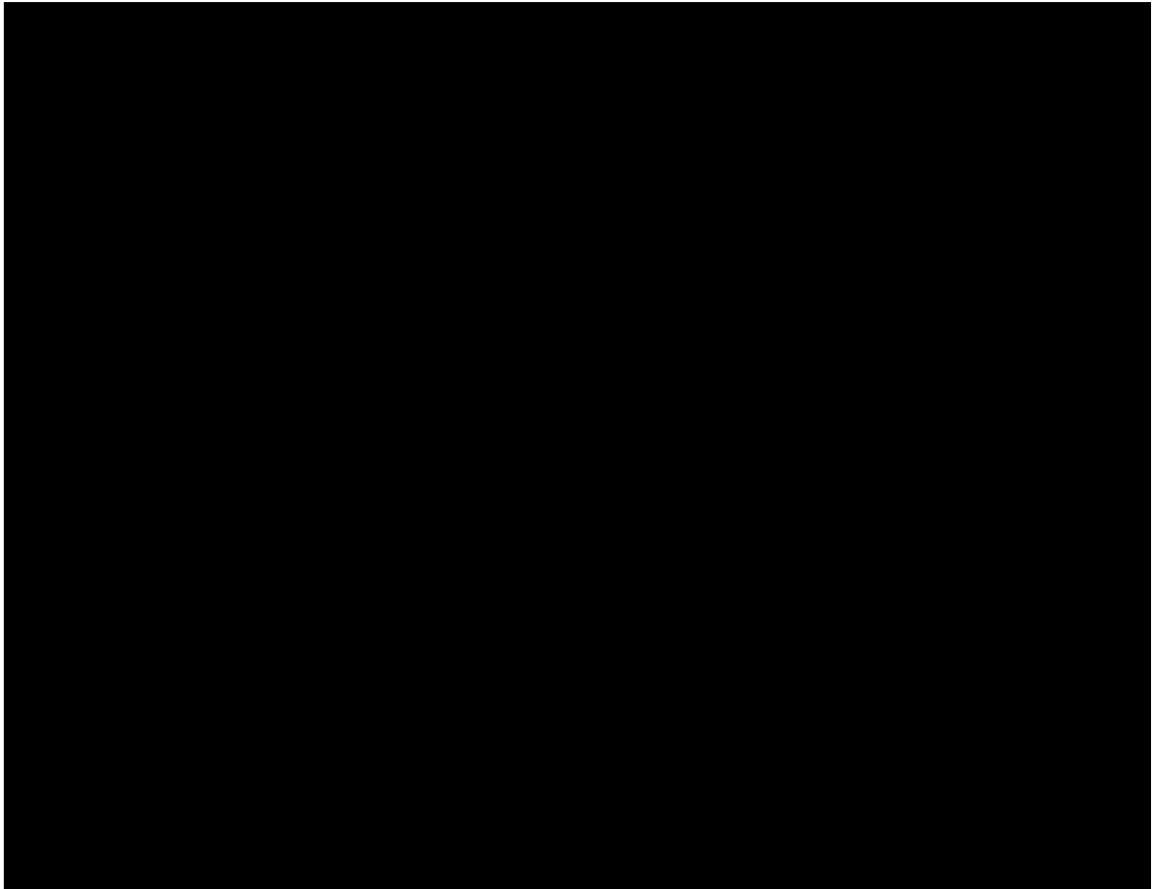




OOB Management prvků HP1/2 a SW0/1 bude připojen do OOB routeru Zadavatele v případě sériového managementu a do OBB switchu Zadavatele v případě ethernetového rozhraní. Kabeláž 1GbE bude kategorie 5E, s opláštěním LSOH.



Plánované schéma zapojení HP1/2 a SW0/1:



Adresace, jmenné služby

- SPEC_187 Správu veškerých adresních rozsahů, jmenných rozsahů, uživatelských účtů a skupin realizuje výhradně zadavatel.
- SPEC_188 Adresace IP sítě řešení úložiště bude ve shodě s adresní politikou a adresním plánem zadavatele, použité adresní rozsahy (nejsou-li již definovány v jiné části zadávací dokumentace) budou stanoveny vždy v jednání se zadavatelem.
- SPEC_189 Zadavatel požaduje možnost ovlivnění konfigurace DNS služeb dodávaných dodavatelem a možnost integrace vlastních DNS služeb (pohledů).
- SPEC_190 Zařízení a systémy úložiště používá přesný čas. Pro synchronizaci času se budou používat NTP servery zadavatele v síti zadavatele.

Integrace do WAN sítě

- SPEC_191 Připojení do WAN sítě poskytuje konektivitu 4x100Gb/s.
- SPEC_192 Připojení do WAN prvků zadavatele je redundantní. Výpadek či odstávka libovolného jednoho hraničního prvku WAN sítě zadavatele nezpůsobí nedostupnost služeb superpočítače.
- SPEC_193 Každý Hraniční prvek Velkého clusteru bude připojen na každý ze dvou hraničních prvků WAN sítě zadavatele pomocí jednoho spoje o rychlosti 100Gb/s. Pro připojení Velkého clusteru do WAN sítě zadavatele jsou ve dvou hraničních prvcích WAN sítě zadavatele (CISCO Nexus 9336C-FX2) vyhrazeny celkem čtyři porty QSFP28, po dvou v každém hraničním prvku. Součástí dodávky jsou moduly a optické kabely potřebné pro připojení
-

Hraničních prvků Velkého clusteru do hraničních prvků WAN sítě zadavatele. Propojení musí využívat moduly kompatibilní s propojovanými zařízeními. Je požadováno natažení síťové kabeláže v podhledech datového sálu.

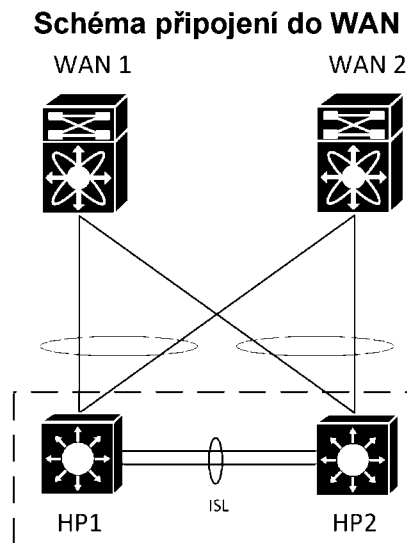
WAN síť zadavatele je popsána v kapitole 8.4 WAN síť, kde jsou rovněž znázorněny kabelové trasy.

SPEC_194 Propojení Hraničních prvků Velkého clusteru s hraničními prvky WAN sítě zadavatele bude realizováno přes Ethernet a privátní IPv4 adresy vyhrazené pro tyto účely zadavatelem.

SPEC_195 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést popis řešení integrace do WAN sítě.

Odpověď dodavatele:

Součástí dodávky na straně systému budou vhodné optické moduly do hraničních přepínačů Nvidia, prvků HP1/HP2, tak požadovaný optický patch panel a spojení přepínačů distribuční vrstvy popraných v kapitole výše do tohoto panelu, jak je požadováno. Počet připojení do WAN/LAN je dle požadavků Zadavatele, tedy 4 x 100Gbit.



Integrace do storage sítě

- SPEC_196 Pro realizaci integrace do storage sítě zadavatele dodávka obsahuje minimálně dvě Síťové brány. Síťové brány propojují Výpočetní síť Velkého clusteru se storage sítí zadavatele, zajišťují konektivitu těchto dvou sítí, a tak síťově zpřístupňují serverům Velkého clusteru úložiště zadavatele připojená do storage sítě zadavatele
- SPEC_197 Každá Síťová brána splňuje následující požadavky:
- Fyzický server
 - Architektura x86-64
 - Operační systém Linux 64-bit
 - Minimálně jeden procesor, celkem minimálně 16 CPU jader
 - Paměť RAM minimálně 64GiB, DDR5 s ECC
 - Paměť RAM bude tvořena paměťovými moduly shodných parametrů
 - Teoretická propustnost procesoru/procesorů do paměti RAM minimálně 160GB/s (v nabízené konfiguraci serveru)
 - Minimálně 2 lokální SSD disky o kapacitě minimálně 240GB v RAID1
 - Za provozu vyměnitelné (hot-swap) disky
 - Redundantní, za provozu vyměnitelné (hot-swap) napájecí zdroje, redundantní napájení
- SPEC_198 Každá Síťová brána je připojena do Výpočetní sítě Velkého Clusteru s celkovou, agregovanou rychlostí minimálně 100Gb/s.
- SPEC_199 Každá Síťová brána je připojena rychlostí 100Gb/s do právě jednoho hraničního prvku storage sítě zadavatele, a to bez použití break-out kabeláže a bez použití protokolu LACP, nebo podobného protokolu. Pro připojení Velkého clusteru do storage sítě zadavatele jsou ve dvou hraničních prvcích storage sítě zadavatele (CISCO Nexus 9336C-FX2) vyhrazeny celkem dva porty QSFP28, po jednom v každém hraničním prvku. Součástí dodávky jsou moduly a optické kabely potřebné pro připojení do hraničních prvků storage sítě zadavatele. Propojení musí využívat moduly kompatibilní s propojovanými zařízeními. Je požadováno natažení síťové kabeláže v podhledech datového sálu.
- Storage síť zadavatele je popsána v kapitole 8.5 Storage síť.
- SPEC_200 Konektivita mezi Výpočetní sítí Velkého clusteru a storage sítí zadavatele je zajištěna i v případě výpadku či odstávky libovolné jedné Síťové brány.

- SPEC_201 Součástí dodávky je implementace softwarového řešení Síťových bran, v řešení bude použit software keepalived.
- SPEC_202 (I) Dodavatel níže v nabídce uvádí popis řešení integrace do storage sítě zadavatele, počet a konfiguraci Síťových bran.

Technický popis síťových bran

Tyto servery jsou postaveny na platformě Bullsequana X400, 2U rackové servery, model **X431-A6**.

Každá Síťová brána splňuje následující požadavky:

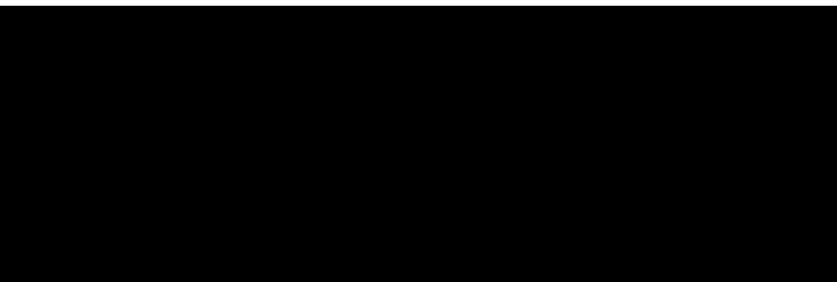
- Fyzický server
- Architektura x86-65
- Operační systém Linux 64-bit
- Minimálně jeden procesor, AMD Turin 16core
- Paměť RAM minimálně 64GiB, DDR5 s ECC
- Paměť RAM je tvořena paměťovými moduly shodných parametrů
- Teoretická propustnost procesoru/procesorů do paměti RAM minimálně 160GB/s (v nabízené konfiguraci serveru)
- Minimálně 2 lokální SSD disky o kapacitě minimálně 240GB v RAID1
- Za provozu vyměnitelné (hot-swap) disky
- Redundantní, za provozu vyměnitelné (hot-swap) napájecí zdroje, redundantní napájení

Každá Síťová brána je připojena do Výpočetní sítě Velkého Clusteru s celkovou, agregovanou rychlostí minimálně 100Gb/s.

Každá Síťová brána je připojena do storage sítě zadavatele s celkovou, agregovanou rychlostí minimálně 100Gb/s. Součástí dodávky jsou moduly a optické kabely potřebné pro připojení do hraničních prvků storage sítě zadavatele. Propojení využívá moduly kompatibilní s propojovanými zařízeními. Natažení síťové kabeláže v podhledech datového sálu je součástí dodávky.

Konektivita mezi Výpočetní sítí Velkého clusteru a storage sítí zadavatele je zajištěna i v případě výpadku či odstávky libovolné jedné Síťové brány.

Součástí dodávky je implementace softwarového řešení Síťových bran, v řešení bude použit software keepalived.



Obecné technické požadavky

- SPEC_203 Paměti RAM všech serverů a řadičů diskových polí používá mechanismus detekce a opravy chyby – Error-correcting code memory (paměť ECC).
- SPEC_204 Běžný provoz a dostupnost deklarovaných kapacit zařízení nevyžaduje zásah obsluhy.
- SPEC_205 Všechna zařízení a systémy jsou spravovatelné vzdáleně.
-

- SPEC_206 Servery mají vzdálený síťový management nezávislý na provozu operačního systému serveru poskytující ovládání napájení, reset, grafickou konzoli a připojení virtuálních médií.
- SPEC_207 Požaduje-li se podpora protokolu SSH, SCP a/nebo SFTP je podporována verze 2 protokolu a je požadováno použití silných šifer, silných klíčů a silných hashovacích algoritmů.
- SPEC_208 Všechna zařízení Velkého clusteru jsou fyzicky označena jednoznačnou identifikací, která je na zařízeních snadno dostupná a čitelná, a vhodným způsobem evidována.

Software

- SPEC_209 Součástí Velkého clusteru je být komplexní softwarové řešení provozu a správy Velkého clusteru. Pro veškeré softwarové vybavení bude zajištěna možnost bezplatného používání po neomezenou dobu.

OS a aplikace

- SPEC_210 Všechny servery používá operační systém Red Hat Enterprise Linux nebo Rocky Linux, verze 9 nebo novější. Servery určené výhradně na řešení Zálohování mohou používat operační systém Microsoft Windows Server verze 2022 nebo novější.
- SPEC_211 Všechny Výpočetní a Přístupové servery používá stejnou distribuci a stejnou verzi operačního systému.
- SPEC_212 Licence operačního systému musí pokrývat všechny dodávané servery.
- SPEC_213 Dodané operační systémy a softwarové vybavení musí mít dobrou dostupnost aktualizací, zejména těch, které jsou určeny ke zvýšení bezpečnosti, spolehlivosti, odstranění funkčních či výkonových nedostatků.
- SPEC_214 Součástí dodávky je poskytování a provádění aktualizací softwarového vybavení, podmínky jsou uvedeny ve smlouvě.
- SPEC_215 Dodávka obsahuje softwarové vybavení potřebné pro provedení akceptačních testů a pro možnost opakování těchto testů v záruční době (s výjimkou software poskytnutého zadavatelem). Zadavatel poskytne kompilátory a MPI/MKL knihovny Intel v poslední dostupné stabilní verzi.
- SPEC_216 Komplexní správu uživatelského aplikačního vybavení (tj. software pro výpočty), jeho získání, sestavení, instalaci, konfiguraci a nastavení bude zajišťovat zadavatel.
- SPEC_217 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést řešení požadavků zadavatele na software, názvy a počet licencí navrhovaného software.

Prostředí

- SPEC_218 Velký cluster poskytuje koncovým uživatelům transparentní, jednotné, sdílené uživatelské prostředí.
- SPEC_219 Velký cluster poskytuje koncovým uživatelům v maximální míře shodné prostředí na všech uživatelsky dostupných serverech – tj. na Přístupových serverech a Výpočetních serverech.
Uživatelské prostředí na serverech stejného typu bude shodné.
Uživatelské prostředí serverů různých typů bude v maximální účelné míře shodné, rozdíly vyplývají pouze z rozdílu povahy a služeb serverů.

Servery poskytuje en_US a C locale.

SPEC_220 Přístupové servery musí uživatelům poskytovat koncovým uživatelům řádkové (command-line) rozhraní a grafické rozhraní.

Uživatelské účty

SPEC_221 Velký cluster poskytuje koncovým uživatelům jednotný účet a jednotnou autentizaci. Účet koncového uživatele bude dostupný a shodný na všech Přístupových a Výpočetních serverech.

SPEC_222 Realizace uživatelských účtů používá technologie LDAP a SSSD. Účty uživatelů budou uloženy a spravovány v LDAP databázi. Pro realizaci uživatelských účtů a skupin budou použita LDAP schémata posixAccount a posixGroup. Správa uživatelských účtů a skupin bude realizována zabezpečeným protokolem LDAP.

Správu uživatelských účtů a skupin bude realizovat výhradně zadavatel. Zadavatel provádí centralizovanou správu všech uživatelů centra IT4Innovations, informace o uživatelích a skupinách Velkého clusteru budou zadavatelem synchronizovány z centrální repository zadavatele do LDAP databáze Velkého clusteru. Správu domovských adresářů uživatelů bude rovněž realizovat výhradně zadavatel.

LDAP služba bude realizována dvojicí LDAP serverů s replikovanou databází. LDAP služba bude realizována na vhodných Infrastrukturních serverech, které nemusí být vyhrazeny pouze pro běh této služby. Pro řešení služby LDAP zadavatel preferuje software OpenLDAP.

Na serverech poskytujících uživatelské účty bude použita služba SSSD využívající LDAP službu zabezpečeným LDAP protokolem. Na Přístupových serverech bude použita SSSD LDAP enumerace.

SPEC_223 Realizace jednotné autentizace uživatelů bude používat SSH klíče. SSH klíče budou spravovány zadavatelem nebo uživatelem a budou uloženy v LDAP databázi nebo v domovském adresáři uživatele. Služba SSH umožňuje ověřování autorizovaných SSH klíčů uživatele proti LDAP záznamu uživatelského účtu a použití SSH certifikátů, předpokládaná realizace je konfigurací vlastností sshd a sssd. Pro autentizaci se nepředpokládá použití hesel. Zadavatel si upraví konfiguraci služby SSH dle svých potřeb.

Plánovač

SPEC_224 Velký cluster poskytuje jednotný přístup k výpočetním zdrojům. Velký cluster musí pro přístup k výpočetním zdrojům, pro vykonávání výpočetních úloh na Výpočetních serverech používat pokročilý plánovač úloh a manažer zdrojů (dále jen Plánovač).

SPEC_225 Jako Plánovač Velkého clusteru bude použit Slurm <https://slurm.schedmd.com/> aktuální verze, ve standardním provedení.

SPEC_226 Serverová část Plánovače bude provozována na (vybraných) Infrastrukturních serverech. V případě virtuálních serverů servery bude vyhrazené pro běh této služby, v případě fyzických serverů servery nemusí být vyhrazeny pouze pro běh této služby. Pro data Slurmu (informace o úlohách a Slurm accounting databáze) bude použit lokální SSD nebo NVME disk Infrastrukturního serveru (vyhrazená kapacita 100GB).

SPEC_227 Dodavatel zajistí prvotní, základní instalaci a konfiguraci Plánovače, tak aby předvedl základní funkčnost clusteru a provedl akceptační testy. Není požadována HA konfigurace plánovače. Zadavatel si poté řešení Plánovače komplexně upraví a bude spravovat, upravovat a provozovat dle svých představ a potřeb. Podpora na Slurm není požadována.

Správa

- SPEC_228 Velký cluster obsahuje nástroje a řešení pro správu (management) všech systémů a služeb, které jsou součástí dodávky.
- SPEC_229 Velký cluster obsahuje vzdálenou správu a monitoring všech hardwarových zařízení (servery, disková pole, switche atd.) poskytující zejména konfiguraci a ovládání zařízení, detekci závažných stavů a událostí a jejich oznamování prostřednictvím SMTP (email) nebo SNMP.
- SPEC_230 Velký cluster poskytuje vzdálené ovládání napájení a reset serverů bez závislosti na operačním systému ovládaného serveru (předpokládáme použití protokolu IPMI). Funkcionalita bude realizovatelná command-line nástrojem. Funkcionalita bude dostupná na vybraných Infrastrukturních serverech (určených pro správu).
- SPEC_231 Velký cluster poskytuje zobrazení a ovládání systémových konzolí serverů po síti v terminálovém režimu bez závislosti na operačním systému ovládaného serveru (předpokládáme použití protokolu IPMI). Funkcionalita bude realizovatelná command-line nástrojem. Funkcionalita bude dostupná na vybraných Infrastrukturních serverech (určených pro správu).
- SPEC_232 Velký cluster poskytuje efektivní centralizovanou vzdálenou správu operačních systémů serverů, a to jak jednotlivě (jeden server) tak hromadně (po skupinách serverů nebo všechny servery). Systém poskytuje zejména vzdálené vykonávání příkazů, přenos, modifikaci a odstraňování souborů, porovnávání výstupu příkazů a návratových hodnot příkazů. Systém umožňují paralelní provádění akcí. Vzdálená správa musí efektivně pracovat i v případech, kdy některé spravované servery nekomunikují nebo nepracují korektně, musí identifikovat chyby prováděných akcí a oznamovat je. Dodavatel zajistí vhodné pojmenování serverů a definici skupin serverů pro efektivní používání centralizované vzdálené správy. Funkcionalita bude realizovatelná command-line nástrojem. Funkcionalita bude dostupná na vybraných Infrastrukturních serverech (určených pro správu). Pro řešení bude použit software ClusterShell <https://github.com/cea-hpc/clusterhell>.
- SPEC_233 Funkcionalita popsaná v SPEC_230 až SPEC_232 bude komplexně (a současně) dostupná na minimálně jednom Infrastrukturním serveru (určeném pro správu).

Vzdálená instalace a bootování

- SPEC_234 Velký cluster poskytuje efektivní vzdálenou instalaci serverů a bootování serverů po síti z centrálního úložiště obrazů. Řešení umožňují instalaci/bootování jednoho serveru, tak hromadnou instalaci/bootování více serverů současně (paralelně). Řešení poskytuje správu (instalačních a bootovacích) obrazů (image) serverů – zejména vytváření, modifikaci a odstraňování obrazů. Serverová část řešení bude provozována na (vybraných) Infrastrukturních serverech, které nemusí být vyhrazeny pouze pro běh této služby.
- SPEC_235 Řešení vzdálené instalace a bootování serverů dle SPEC_234 bude použito pro bootování Výpočetních serverů a pro instalaci Přístupových serverů. Pro servery shodného typu se použije shodný instalační obraz.
- SPEC_236 Centrální úložiště obrazů serverů dle SPEC_234 musí pojmout obrazy o celkové velikosti minimálně 1TB. Centrální úložiště obrazů může být realizováno na Úložišti infrastruktury.
-

- SPEC_237 Servery využívající bootování po síti musí po nastartování běžet z operační paměti, nesmí používat pro provoz operačního systému úložiště poskytované jiným serverem (tj. pro běh operačního systému se nesmí použít např. NFS share).
- SPEC_238 Realizace serverů dle SPEC_235 musí probíhat ve dvou fázích:
1. Instalace, resp. bootování serveru z centrálního úložiště obrazů za využití vybraného obrazu pro daný typ serveru. Obraz serveru obsahuje zejména aplikační balíky (package) potřebné pro chod serveru. Součástí obrazu je jen minimální konfigurace (zejména konfigurace sítě) tak, aby bylo možno realizovat následující fázi.
 2. Konfigurace systému serveru aplikací Ansible předpisů. Konfigurace systému bude popsána pomocí Ansible předpisů, které se budou aplikovat po instalaci (resp. bootu) operačního systému a dále dle potřeby. Ansible předpisy budou rozděleny do dvou skupin:
 - a. Ansible předpisy dodavatele – komplexní konfigurace serveru tak, aby byl zajištěn správný a efektivní chod serveru a naplnění požadavků zadavatele. Vytvoření a údržbu těchto předpisů zajišťuje dodavatel.
 - b. Ansible předpisy zadavatele – úprava konfigurace, nastavení prostředí a služeb zadavatele. Vytvoření a údržbu těchto předpisů zajišťuje zadavatel.Na servery budou aplikovány aktuální verze Ansible předpisů, Ansible předpisy nejsou obsaženy v obrazech serverů. Ansible předpisy budou organizovány v GIT repozitáři.

Monitoring

- SPEC_239 Velký cluster obsahuje monitoring dostupnosti komponent a služeb systému. Monitoring poskytuje informace o dostupnosti a stavu relevantních služeb všech dodávaných serverů (včetně výpočetních serverů), úložišť atd. Pro řešení bude použit software Icinga2 provozovaný na vybraném Infrastrukturním serveru, který nemusí být vyhrazen pouze pro běh této služby. Instalaci a konfiguraci Icinga2 zajistí dodavatel. Zadavatel doplní řešení sadou svých testů a začlení Icinga2 instanci do svého Icinga2 clusteru.

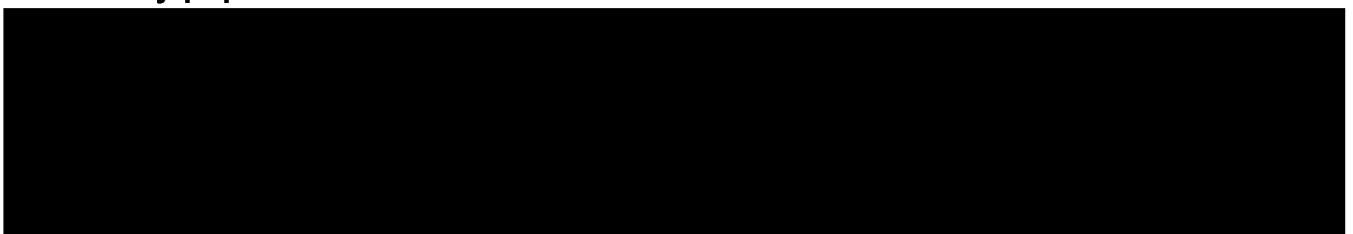
Logování

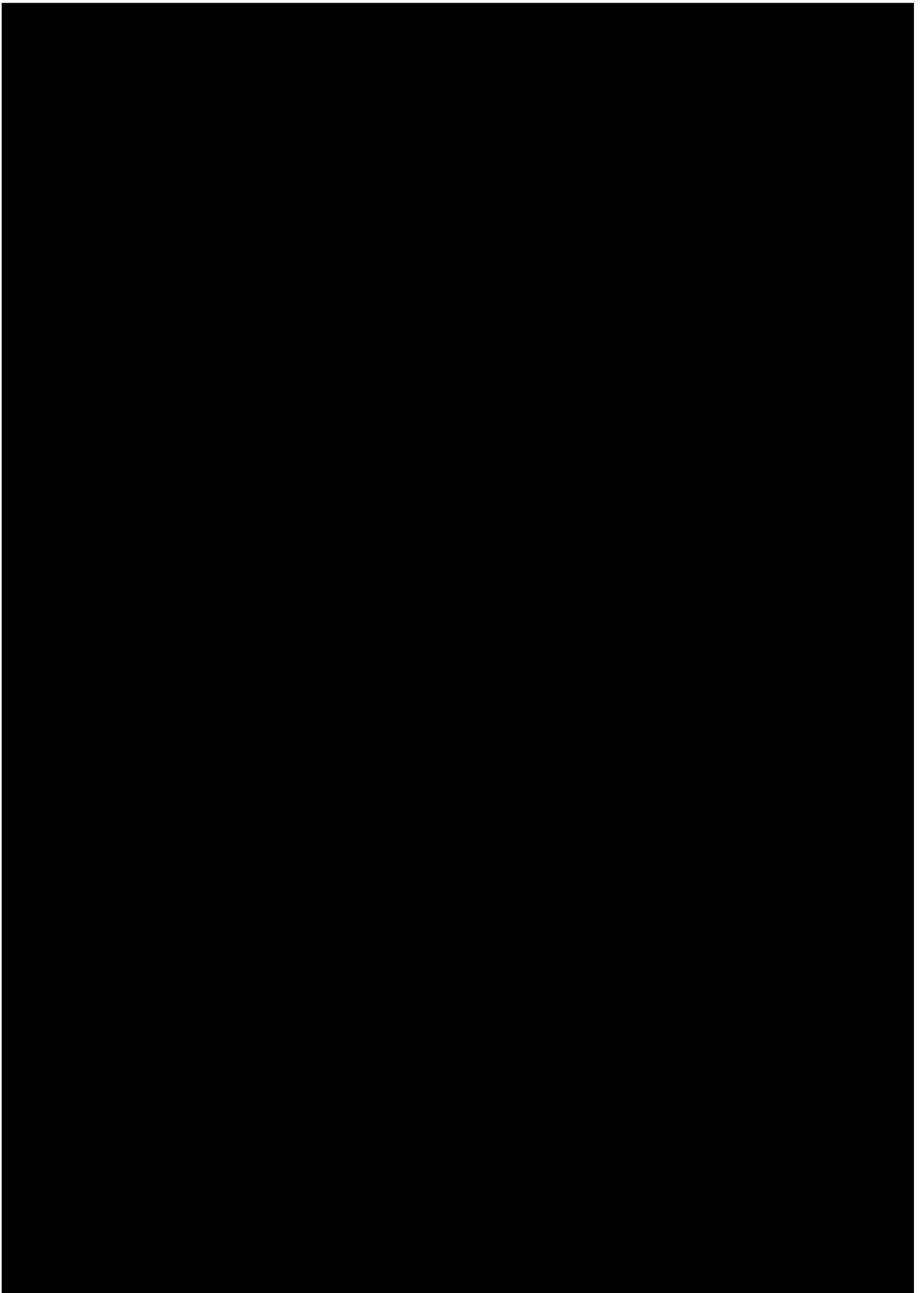
- SPEC_240 Systémy Velkého clusteru musí zaznamenávat a centralizovaně uchovávat záznamy o aktivitách, činnostech, změnách stavu, událostech apod. (logování). Záznamy obsahuje časové razítko, identifikaci systému, služby, uživatele a popis události. Řešení poskytuje efektivní prohledávání velkého množství záznamů. Záznamy (logy) bude uchovávány po dobu minimálně 3 měsíců. Řešení logování poskytuje kapacitu pro sbíraná data o celkové velikosti minimálně 1TB. Řešení logování bude provozováno na (vybraných) Infrastrukturních serverech, které nemusí být vyhrazeny pouze pro běh této služby.

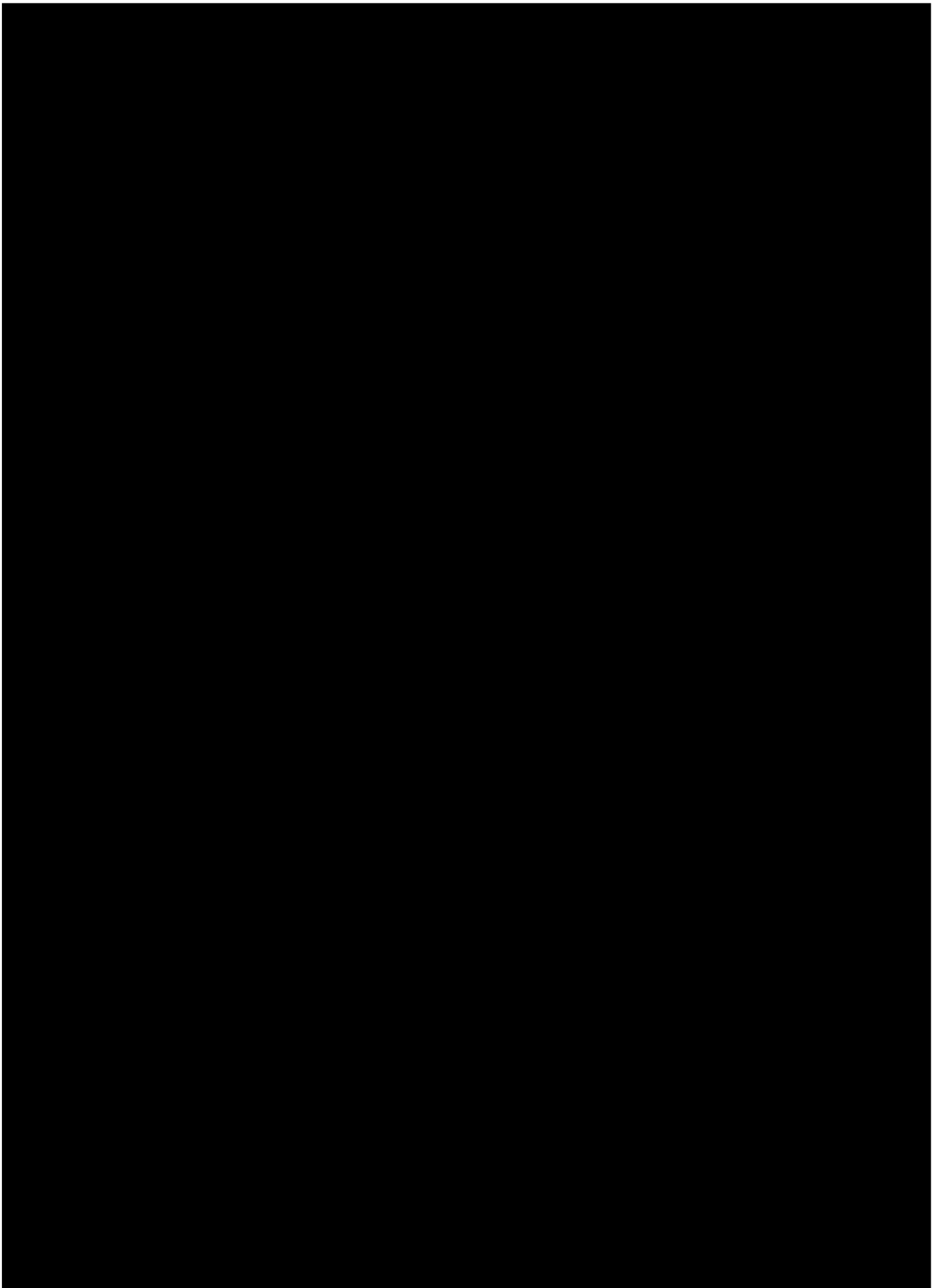
Mail

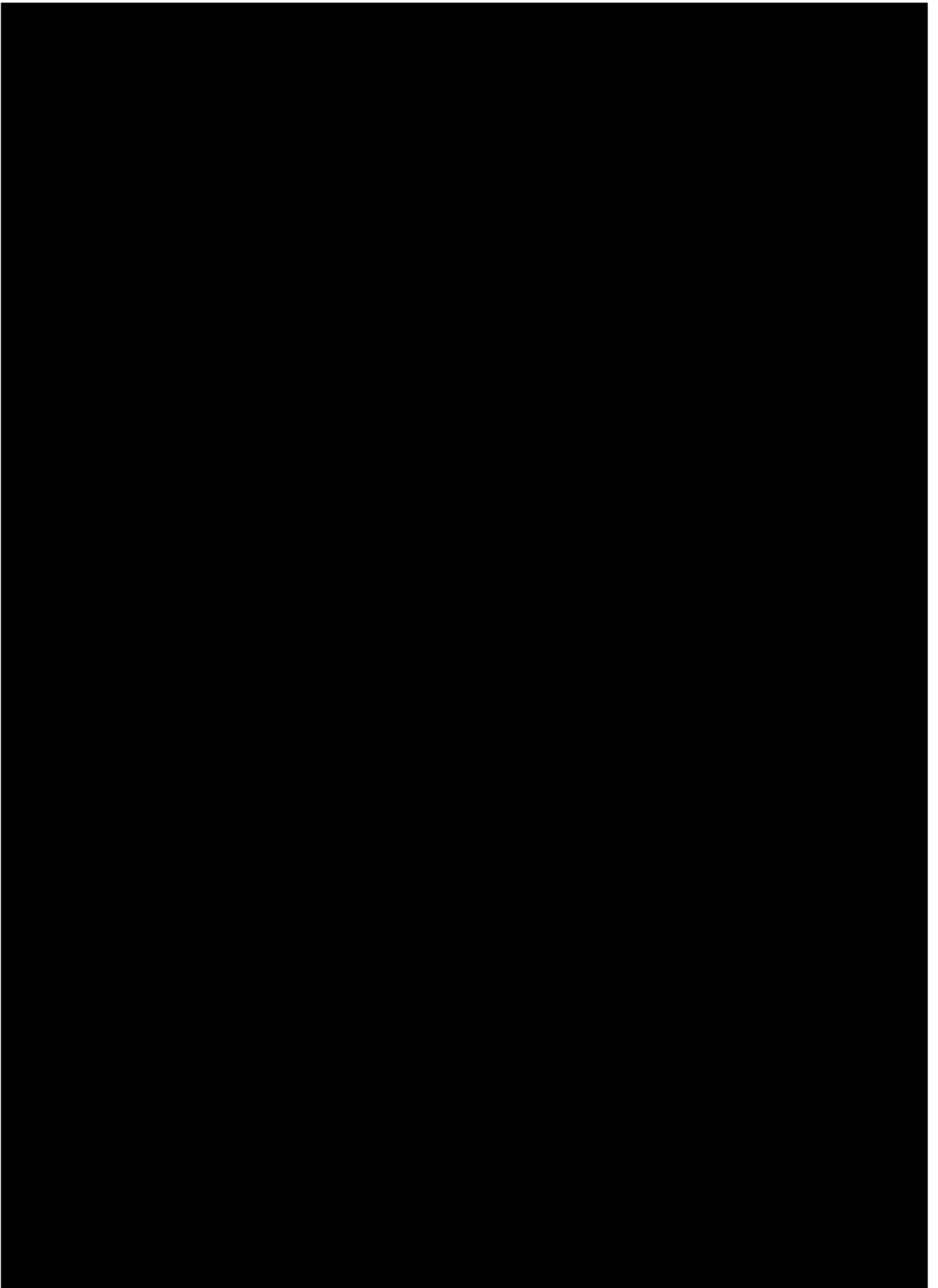
- SPEC_241 Velký cluster musí veškerou mailovou komunikaci realizovat výhradně prostřednictvím SMTP serverů zadavatele. Zadavatel poskytne SMTP servery.

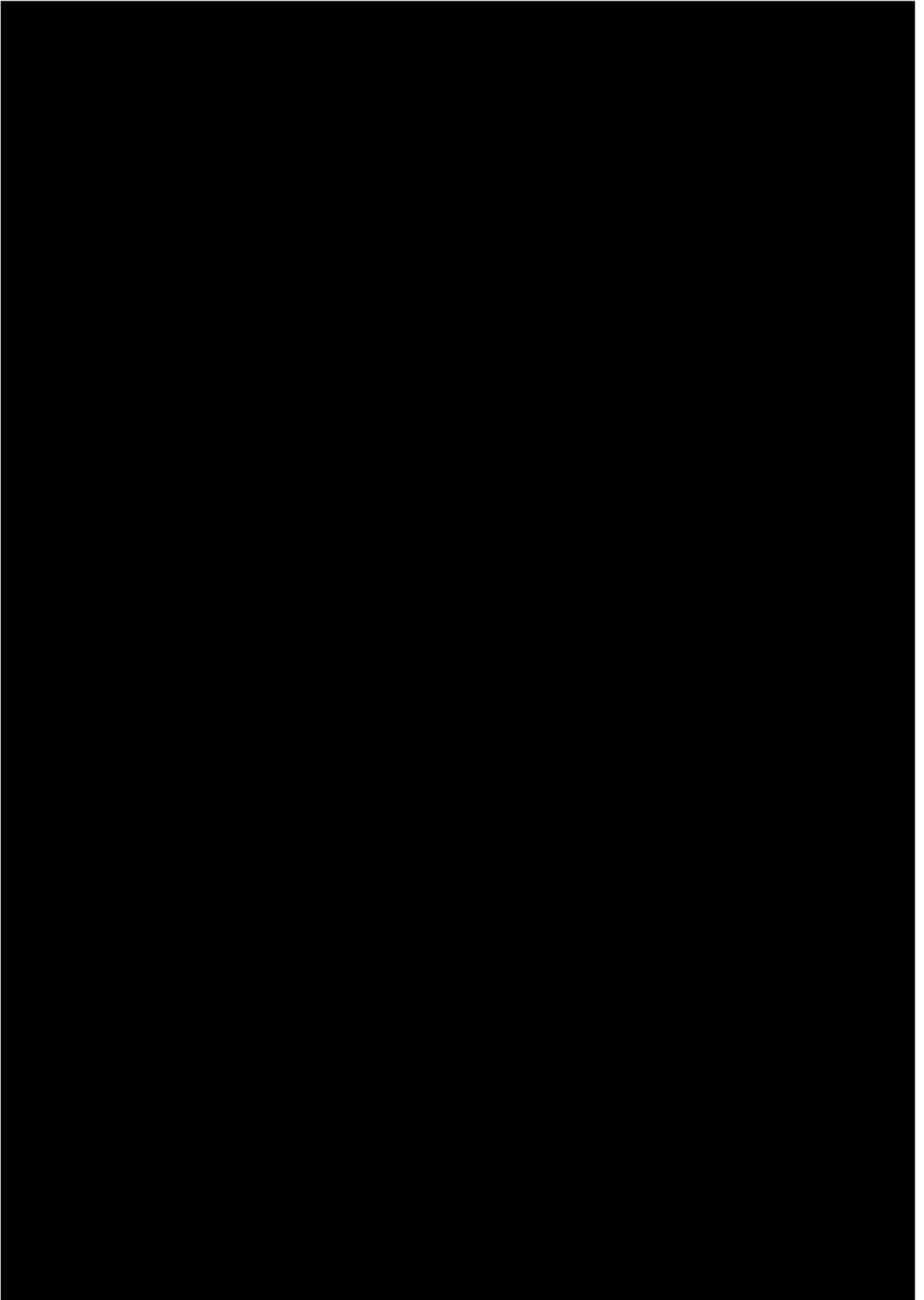
Technický popis SW řešení











Bezpečnost

IT4Innovations národní superpočítačové centrum je držitelem certifikátů systému managementu bezpečnosti informací podle normy ISO 27001 (ISO/IEC 27001:2013, ČSN ISO/IEC 27001:2014). Implementace Velkého clusteru bude realizována v souladu s vnitřními předpisy zadavatele.

- SPEC_242 Velký cluster poskytuje přístup a služby pouze oprávněným uživatelům a systémům. Systém nesmí umožnit či poskytovat přístup a služby neoprávněným uživatelům a systémům. Systém bude zabezpečen proti úniku dat, proti zneužití služeb, proti kompromitaci služeb a systémů.
- SPEC_243 Systémy a služby používá bezpečná, silná hesla, bezpečné klíče, bezpečné šifrování a protokoly. Je nepřijatelné použití výchozích (default) hesel a klíčů a slabých hesel. Je nepřijatelné používat stejné autentizační údaje pro různé účty či služby.
- SPEC_244 Řešení Velkého clusteru poskytuje nastavení různých úrovní oprávnění uživatelů, tak aby byl poskytován přístup jen k nezbytným službám a datům. Systém bude zejména rozlišovat koncové uživatele, kteří využívají poskytované služby a mají přístup k některým (zejména vlastním) datům, a uživatele správy systému, kteří dohlížejí a spravují celý systém.
- SPEC_245 Služby, které nejsou pro provoz řešení a zajištění funkcionality potřeba, nebudou na serverech spouštěny/provozovány, nejlépe ani instalovány.
- SPEC_246 Velký cluster nebude bez souhlasu zadavatele komunikovat s jinými systémy.

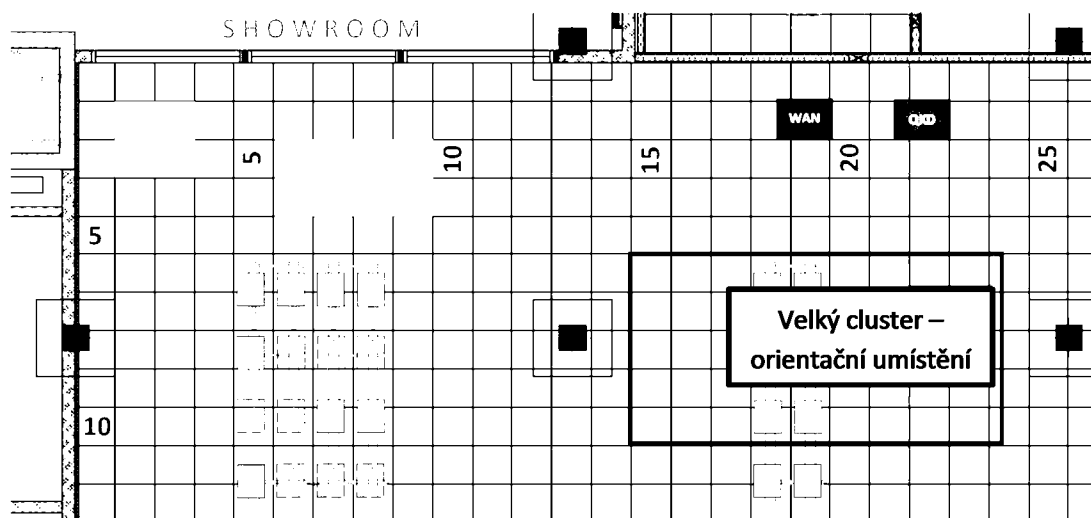
Integrace do datového centra zadavatele

- SPEC_247 Dodavatel realizuje a zprovozní Velký cluster v infrastruktuře zadavatele – v datovém centru IT4Innovations (tzv. integrace do datového centra zadavatele).
- SPEC_248 Integraci do datového centra zadavatele se rozumí veškeré dodávky a činnosti, jejichž výsledkem bude zprovoznění Velkého clusteru v prostorách a infrastruktuře datového centra IT4Innovations.
- SPEC_249 Integrace systémů do datového centra zadavatele bude provedena dle platné legislativy a předpisů a dle požadavků a doporučení výrobců jednotlivých systémů. Pro instalované systémy bude provedeny revize požadované legislativou a předpisy.
- SPEC_250 Dodavatel bude respektovat infrastrukturu zadavatele. Infrastruktura zadavatele je popsána v kapitole 8 Infrastruktura zadavatele. Nabídka nepoužívá či nepředpokládá parametry infrastruktury datového centra, které se liší od těch, které zadavatel specifikoval v zadávací dokumentaci.
- SPEC_251 Rozšíření infrastruktury zadavatele, která jsou nezbytná pro realizaci zakázky, je součástí dodávky. Jedná se zejména, nikoli však výlučně, o napojení na chladicí okruhy, na elektrické napájecí větve, úpravy podlahy a osazení stropních prostupů určenými průchodkami.
- SPEC_252 Dodavatel nebude měnit provozní parametry datového centra zadavatele. Nabídka nepředpokládá parametry datového centra zadavatele, které jsou odlišné od parametrů specifikovaných v zadávací dokumentaci.
- SPEC_253 Veškeré dodávky a činnosti řešení integrace do datového centra zadavatele budou projednány se zadavatelem a zadavatelem schváleny. Veškeré použití a případné úpravy
-

zařízení či technologií datového centra zadavatele (potřebné pro realizaci integrace do datového centra zadavatele) budou projednány se zadavatelem, zadavatelem schváleny a provedeny na náklady dodavatele v součinnosti se smluvní společností zadavatele poskytující servis datového centra. Zadavatel si vyhrazuje právo na změnu, úpravu technických návrhů integrace (vedení tras, přípojná místa, použité materiály apod.) s ohledem na provozní podmínky a best-practices provozu datového centra.

Umístění

- SPEC_254 Umístění zařízení bude respektovat dispozice prostor datového centra zadavatele. Uchazeč si je vědom přítomnosti sloupů v prostoru datového sálu.
- SPEC_255 Všechna dodávaná ICT zařízení budou určena pro instalaci do racku a budou nainstalována do racků, nebo se jedná o zařízení, jejichž konstrukce má charakter racku.
- SPEC_256 Zařízení budou umístěna do racků dodaných dodavatelem.
- SPEC_257 Součástí dodávky je připojení racků potřebných pro realizaci řešení na infrastrukturu zadavatele.
- SPEC_258 Dodavatel zajistí veškerou údržbu a servis dodaných racků po sjednanou záruční dobu.
- SPEC_259 Dodávaná zařízení budou umístěna ve vymezeném prostoru vyznačeném na následujícím obrázku červenou linií. Předpokládané/ilustrační umístění racků je vyznačeno žlutou barvou a popisy „VC III“. Umístění může být předmětem změny ze strany zadavatele, nebo po dohodě se zadavatelem.



- SPEC_260 Vzdálenost racků od překážek (zdi, sloupů, řad dalších racků) a způsob instalace zařízení v rackech umožňuje bezproblémový návoz, instalaci, výměnu a následný servis všech zařízení.
- SPEC_261 Umístění a připojení veškerého instalovaného zařízení dodaného řešení neomezuje možnosti servisních a revizních zásahů na elektroinstalaci, chladicích rozvodech, vzduchotechnice a bezpečnostních systémech (čidla apod.).
- SPEC_262 Postavení racků na podlaze datového sálu bude stabilní a bezpečné, hmotnost racků bude vhodně rozložena. bude respektována konstrukce a únosnost podlahy (25 kN/m²). V případě, že by rack působil zátěž bodově nebo na malou plochu, bude použit roznášecí rám. Úpravy podlahových dlaždic (prostupy do prostoru zdvojené podlahy) budou provedeny způsobem, kterým nedojde ke snížení únosnosti podlahy. Úpravy podlahových dlaždic budou provedeny se souhlasem zadavatele a v součinnosti se smluvní společností zadavatele poskytující servis datového centra.

- SPEC_263 Provedení veškeré kabeláže uvnitř i vně racků bude zajišťovat spolehlivé připojení, umožňovat manipulaci se zařízeními (např. při servisu zařízení) a bránit poškození kabelů při manipulaci. Prostupy do podvěšeného kovového podhledu datového sálu budou osazeny průchodkami Panduit RFG10X8Y, které jsou aktuálně použity na datovém sálu, nebo, po předchozím schválení ze strany zadavatele, kabelovými průchodkami s textilním neprodyšným návlekm s obdobnými funkčními, rozměrovými a materiálovými vlastnostmi. Dodavatel je povinen zajistit osazení průchodkami včetně vyřezání otvoru do kovové stropnice. Kabeláž do storage sítě a do WAN racku bude vedena kabelovými žlaby.
- SPEC_264 Veškeré kabeláže uvnitř i vně racku budou jednoznačně identifikovatelné, tzn. opatřeny štítky s údaji odkud a kam kabeláž vede. U kabeláže vně racku zadavatel dále požaduje označení kabeláže tak, aby bylo zřejmé, ke kterému systému kabeláž náleží.
- SPEC_265 Zařízení umístěná v racku bude orientována tak, aby všechna nasávala vzduch na stejné straně racku.
- SPEC_266 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést schéma navrhovaného umístění zařízení Velkého clusteru v datovém sálu datového centra zadavatele

Napájení

- SPEC_267 Řešení napájení a provoz Velkého clusteru bude respektovat omezení zadavatele, zejména parametry napájecích okruhů.
- SPEC_268 Pro napájení Velkého clusteru jsou k dispozici nezávislé napájecí větve A a B datového centra.
- SPEC_269 Výpadek či odstávka napájecího okruhu nebo napájecí větve nezpůsobí poškození žádného zařízení a nezpůsobí ohrožení zdraví osob či majetku.
- SPEC_270 Výpadek či odstávka libovolného jednoho napájecího okruhu nebo napájecí větve nezpůsobí:
- nedostupnost či výpadek služeb superpočítače s výjimkou služeb Výpočetních serverů
 - nedostupnost více než 67 % Akcelerovaných výpočetních serverů
- Po obnovení napájení napájecího okruhu nebo napájecí větve bude automaticky zajištěna redundance napájení všech zařízení.
- SPEC_271 Pro řešení redundance napájení zařízení nebudou použity ATS switche.
- SPEC_272 Systémy Velkého clusteru bude rovnoměrně zatěžovat napájecí větve a jednotlivé fáze elektrického napájení.
- SPEC_273 Dodavatel zajistí implementaci měření spotřeb racků do monitorovacích systémů zadavatele.
- SPEC_274 Pro distribuci napájení zadavatel využívá rozvaděče označované jako PDB (power distribution box). Pro instalaci systému je dodavatel povinen dodat kompatibilní PDB s odpovídajícím jištěním v počtu odpovídajícímu požadavkům dodávaného systému.
- SPEC_275 Technické parametry dodávaných PDB bude dodavatel konzultovat se smluvní společností zadavatele poskytující servis datového centra. Jedná se zejména o typ a rozměry skříně, stanovení počtu přípojných bodů v závislosti na požadovaném jištění, návrh vnitřního vstrojení včetně částí pro vzdálený monitoring, integraci do stávajícího
-

systému Měření a regulace (MaR) zadavatele, návrh a zajištění instalace systému měření parametrů napájení.

- SPEC_276 Pro měření parametrů napájení využívá zadavatel systém Socomec Digiware. Dodavatel musí v rámci realizace jím nabízeného řešení zajistit plnou kompatibilitu se stávajícím systémem zadavatele. Na základě zmapování trhu doporučuje zadavatel použít systém Socomec Digiware i pro řešení dodavatele, a to zejména ve snaze předejít dodatečným nákladům na straně dodavatele. Obecně však zadavatel připouští využití jakéhokoli řešení zajišťujícího plnou kompatibilitu se stávajícím systémem zadavatele. Množství modulů použitých v PDB a jejich typy jsou závislé na konkrétním vstrojení PDB a aktuální nabídce výrobce. Na sběrnici RS485 bude jako komunikační protokol MODBUS RTU. Příklady instalovaných modulů jsou:
- komunikační modul C31,
 - napěťový modul U30,
 - modul měření 3f proudu S135 adresovatelný jako tzv. MODBUS adresa.
- V případě použití nových typů modulů bude zajištěn původní nebo větší rozsah měřených veličin a parametrů modulů uvedených v příkladu.
- SPEC_277 V případě nutnosti dělení napájení z 3f připojení na 1f vedení je nutné použití splitter boxů. Splitter box bude mít jištění každé fáze a bude parametrově shodný s typem výrobku GEIST SB-3P32A-SP32A.
- SPEC_278 V prostoru určeném pro umístění VCIII jsou dostupné napájecí větve 3A a 3B, kde každá z větví umožňuje umístit až 3 PDB. V případě nutnosti umístění většího počtu PDB či přesunu stávajících v prostoru umístěných PDB dodavatel využije volné pozice na napájecích větvích 5A a 5B. Veškeré náklady spojené s přesunem PDB zadavatele do nových pozic a s provedením revizí ponese dodavatel. Zadavatel pro realizaci řešení vyčlenil 4 ks PDB s jištěním 32 A a šesti třífázovými přípojnými body opatřenými koncovkami PKY32G435. Dodavatel může tyto PDB využít pro realizaci jím nabízeného řešení a zohledňuje využití těchto PDB boxů ve své nabídce.
- SPEC_279 Řešení bude počítat s maximálním provozním příkonem všech dodaných zařízení.
- SPEC_280 Velký cluster bude umožňovat vypnutí celého systému. Velký cluster bude umožňovat korektní vypnutí celého systému nejdéle za 30 minut.
- SPEC_281 (I) Dodavatel uvádí níže energetickou kalkulaci. Energetická kalkulace obsahuje:
- maximální elektrický příkon celého řešení,
 - elektrický příkon pro každý osazený rack či samostatně umístěné zařízení.
- SPEC_282 (I) Dodavatel uvádí níže v nabídce schéma a parametry napojení Velkého clusteru na elektrické rozvody datového centra.
-

Odpověď uchazeče:

Pro připojení každého racku se zadními Aktivními vodou chlazenými dveřmi a v něm instalovaných zařízení budou potřebné dva 3fázové 32 A napájecí přívody (2x 32A 220/380 V 3P+N+E), každý z jiného napájecího okruhu (pro zajištění redundance). Pro vytvoření tohoto připojení bude využito po jedné koncovce PKY32G435 na současných přípojních místech vybavených v konfiguraci 3f/32A. Příslušný kabel bude na druhém konci zapojen přípojně krabice na vrchní části racku, kde bude realizováno rozdělení 3-fázového přívodu na jednotlivé 1-fázové přívody k PDU. Přípojně krabice a jejich montáž bude součástí dodávky a zajistí je společnost Pronix na náklady dodavatele (Evidenu).

Pro připojení každého jednotlivého racku BullSequana XH3500 k elektrické síti budou potřebné:

- 4x 3fázový 125 A napájecí přívod pro IT část racku (4x 125A 220/400V 3P+N+E). Potřebný počet upravených PDB boxů pro připojení na distribuční přípojnice bude součástí dodávky clusteru (výrobce Pronix)
- 2x 3fázový napájecí kabel pro vnitřní pumpy (2x 16A 400V 50Hz 3P+E. Tyto kabely jsou určeny pro napájení hydraulických čerpadel (samostatný přívod pro každé čerpadlo). Infrastruktura musí pro tyto kabely poskytovat vyhrazené motorové jističe podle místních předpisů. Pro tyto účely budou využity koncovky PKY32G435 na současných přípojních místech, které budou vybaveny v konfiguraci 3f/16A. Dovybavení příslušného PDB rozvaděče o jističe s motorovou vypínací charakteristikou bude provedeno společností Pronix na náklady dodavatele (Evidenu).

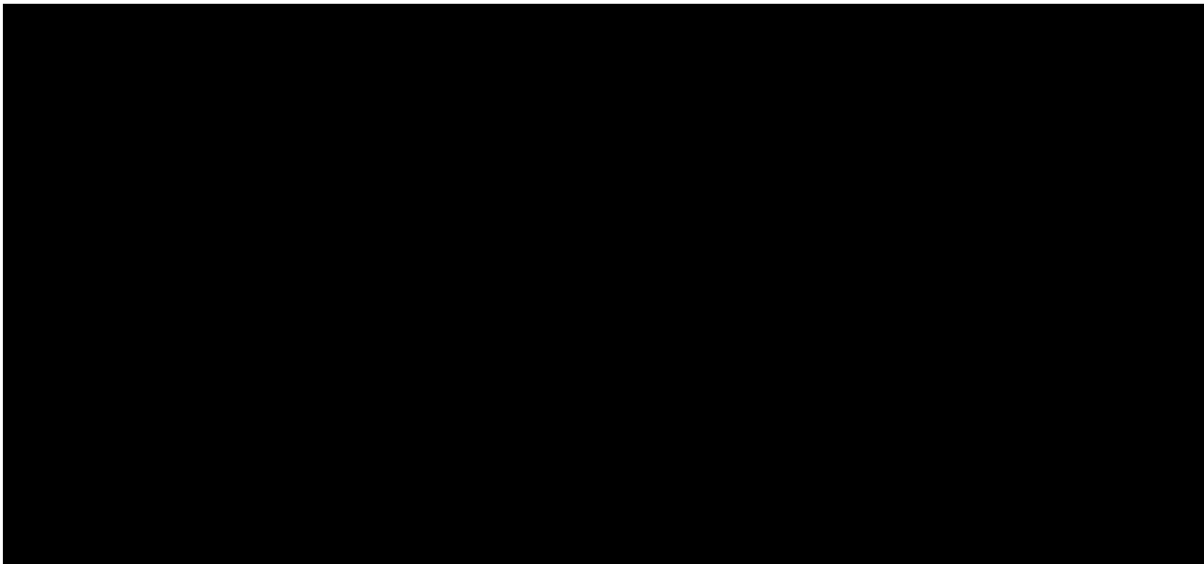
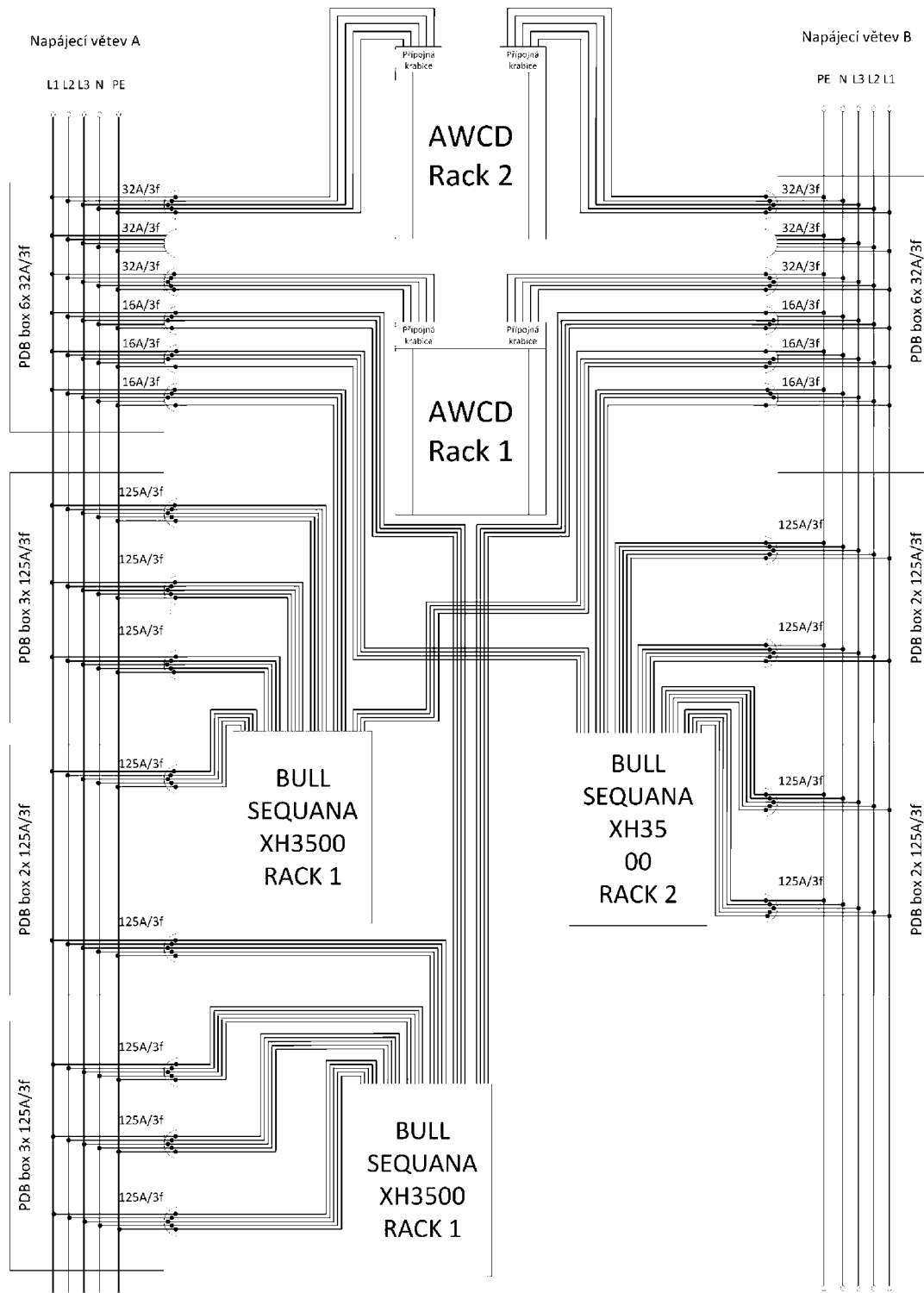


Schéma a parametry napojení Velkého clusteru na elektrické rozvody datového centra.



Pozn:

Schéma toliko ilustrativní. Během dodávky bude diskutováno se zadavatelem a subdodavatelem technologie a může dojít na základě dohody ke změně počtů PDB podle prostorových možností na sále, ale vždy tak, aby bylo plně respektováno původní zadání zadavatele.

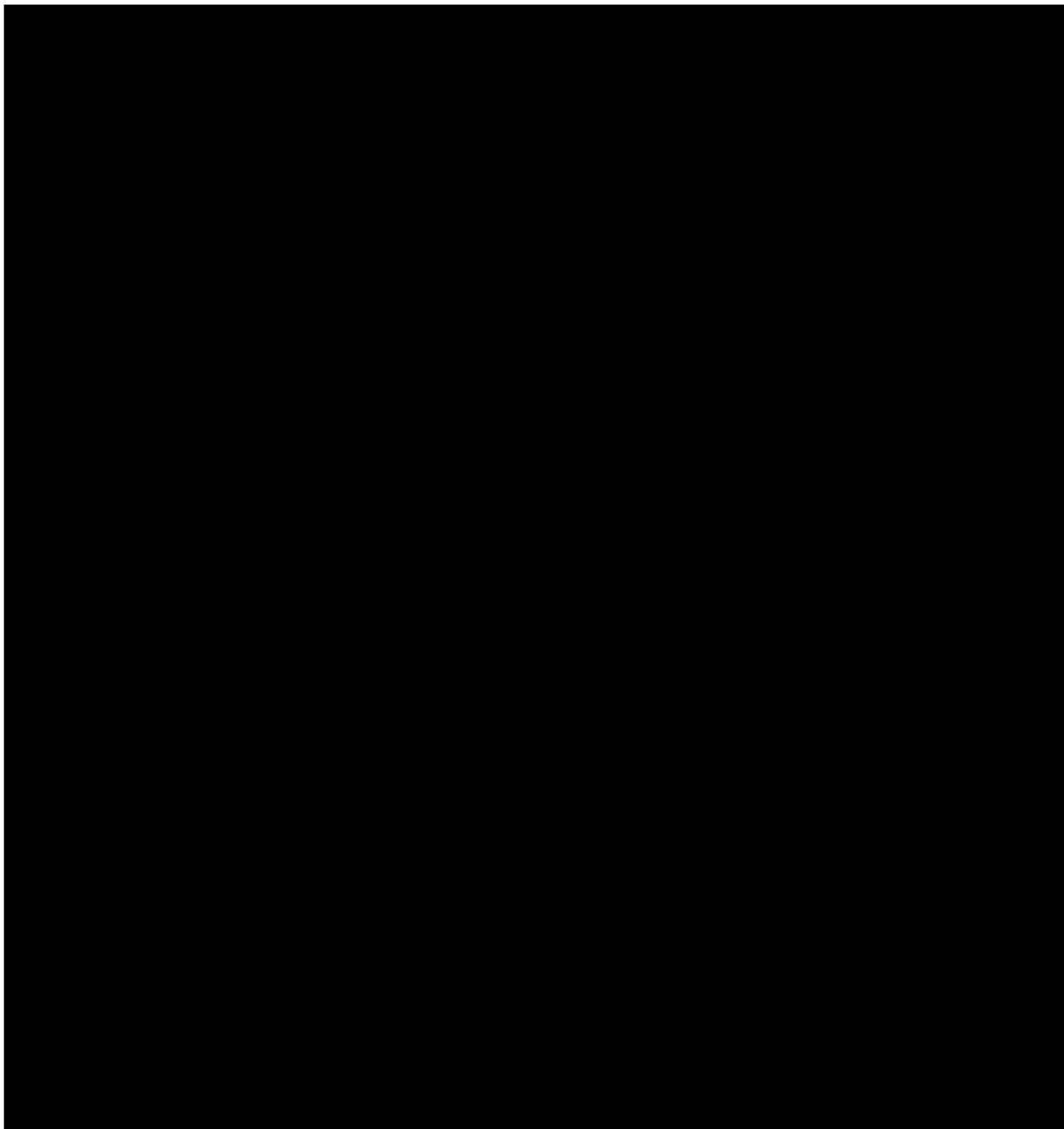
Chlazení

- SPEC_283 Řešení chlazení a provoz Velkého clusteru bude respektovat omezení zadavatele, zejména parametry chladicích okruhů datového centra a limity prostoru pod zdvojenou podlahou.
- SPEC_284 Řešení zajistí dostatečné chlazení všech dodaných zařízení.
- SPEC_285 Veškeré systémem generované teplo bude odvedeno do kapalinových chladicích okruhů datového centra. Chlazení Velkého clusteru bude jako zdroj chladu používat výhradně dostupných chladicích kapalinových okruhů studené a teplé vody, tyto jsou považovány za primární. Vnitřní chladicí okruhy zařízení dodavatele (např. CDU) jsou považovány za sekundární.
- SPEC_286 Teplo emitované zařízeními Velkého clusteru do prostoru vně racků (týká se zejména zařízení chlazených pomocí okruhů teplé vody) bude dochlazeno/kompenzováno pomocí chlazení napojeného na chladicí okruhy studené vody.
- SPEC_287 Řešení nebude pracovat s tepelnou kapacitou vzduchu datového sálu anebo s předpoklady proudění vzduchu v datovém sálu, zejména mimo prostor použitý pro umístění Velkého clusteru. Provoz Velkého clusteru nebude způsobovat lokální oblasti vysoké teploty, anebo proudění horkého vzduchu datového sálu mimo uzavřené prostory zařízení Velkého clusteru.
- SPEC_288
- SPEC_289
- SPEC_290 Výpadek či odstávka chladicího okruhu nezpůsobí poškození žádného zařízení a nezpůsobí ohrožení zdraví osob či majetku. V případě rizika překročení maximální provozní teploty zařízení či komponent zařízení (např. při výpadku chladicího okruhu) automaticky a včas proběhne odstávka postižených zařízení tak, aby nedošlo k přehřátí nebo poškození zařízení či komponent.
- SPEC_291 Výpadek či odstávka libovolného jednoho chladicího okruhu nezpůsobí nedostupnost či výpadek služeb superpočítače s výjimkou služeb Výpočetních serverů
Rozložení zátěže na chladicí okruhy bude koncipováno tak, aby byly obsahově naplněny požadavky SPEC 292 až 294.
- SPEC_292 Připojení Velkého clusteru k primárním chladicím okruhům studené vody umožňuje samostatné vzdáleně řízené přepínání mezi dvěma primárními chladicími okruhy. Pro vyloučení pochybností – takové připojení lze použít pro chlazení více zařízení/racků.
Přepínání okruhů nezpůsobí nedostupnost či výpadek služeb či poškození žádného zařízení. Přepínání okruhů nezpůsobí nežádoucí propojení primárních okruhů. Přepnutí mezi chladicími okruhy musí proběhnout v čase kratším než 3 minuty.
Vzdáleně řízené přepínání chladicích okruhů bude integrováno do systému Měření a regulace (MaR) zadavatele. Integraci provede dodavatel, na náklady dodavatele, ve spolupráci se zadavatelem. Řešení bude kompatibilní s technologií MP-Bus, poskytuje

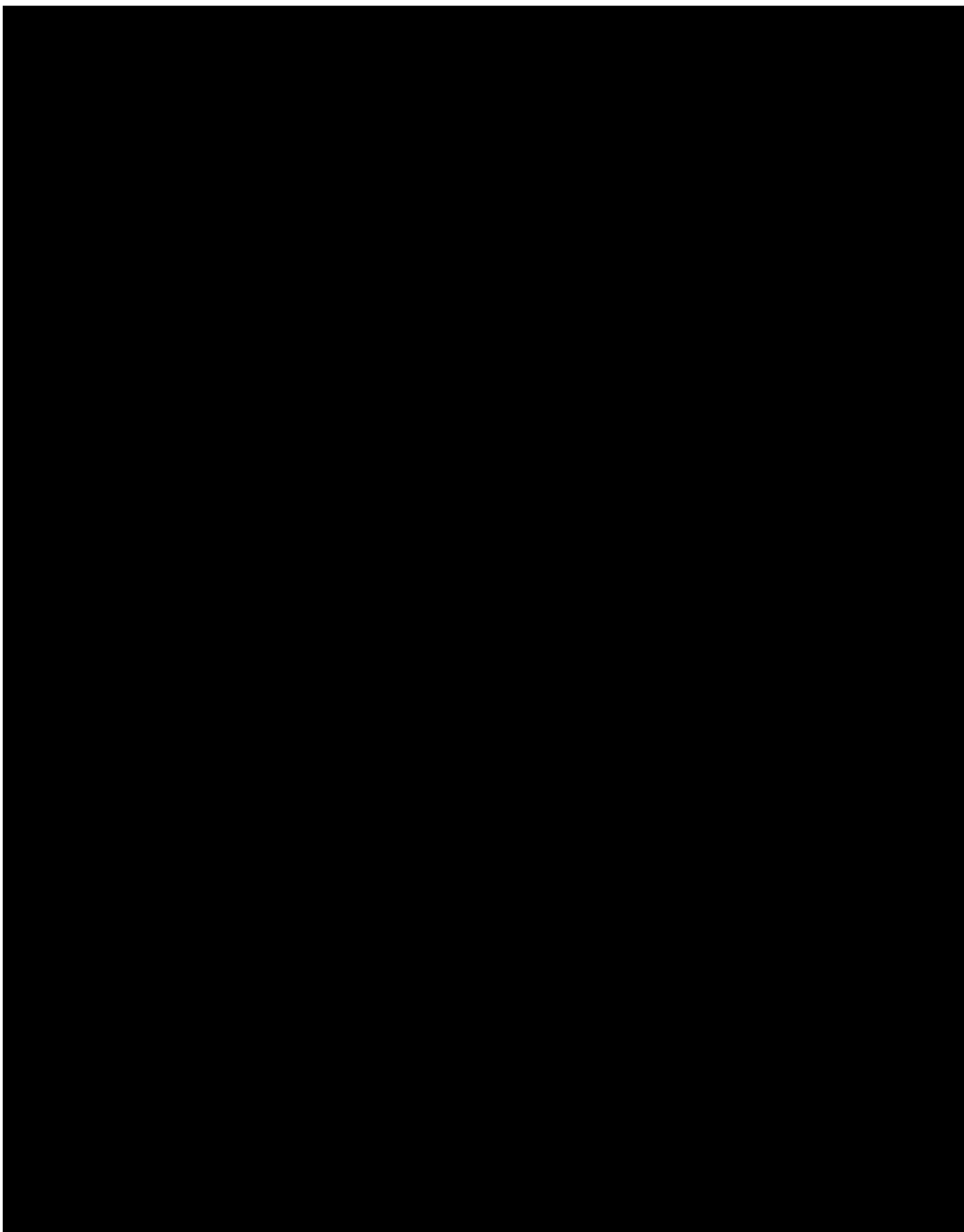
rozhraní MP-Bus a fungovat jako zařízení MP-Bus Slave řízené MaR MP-Bus Masterem.

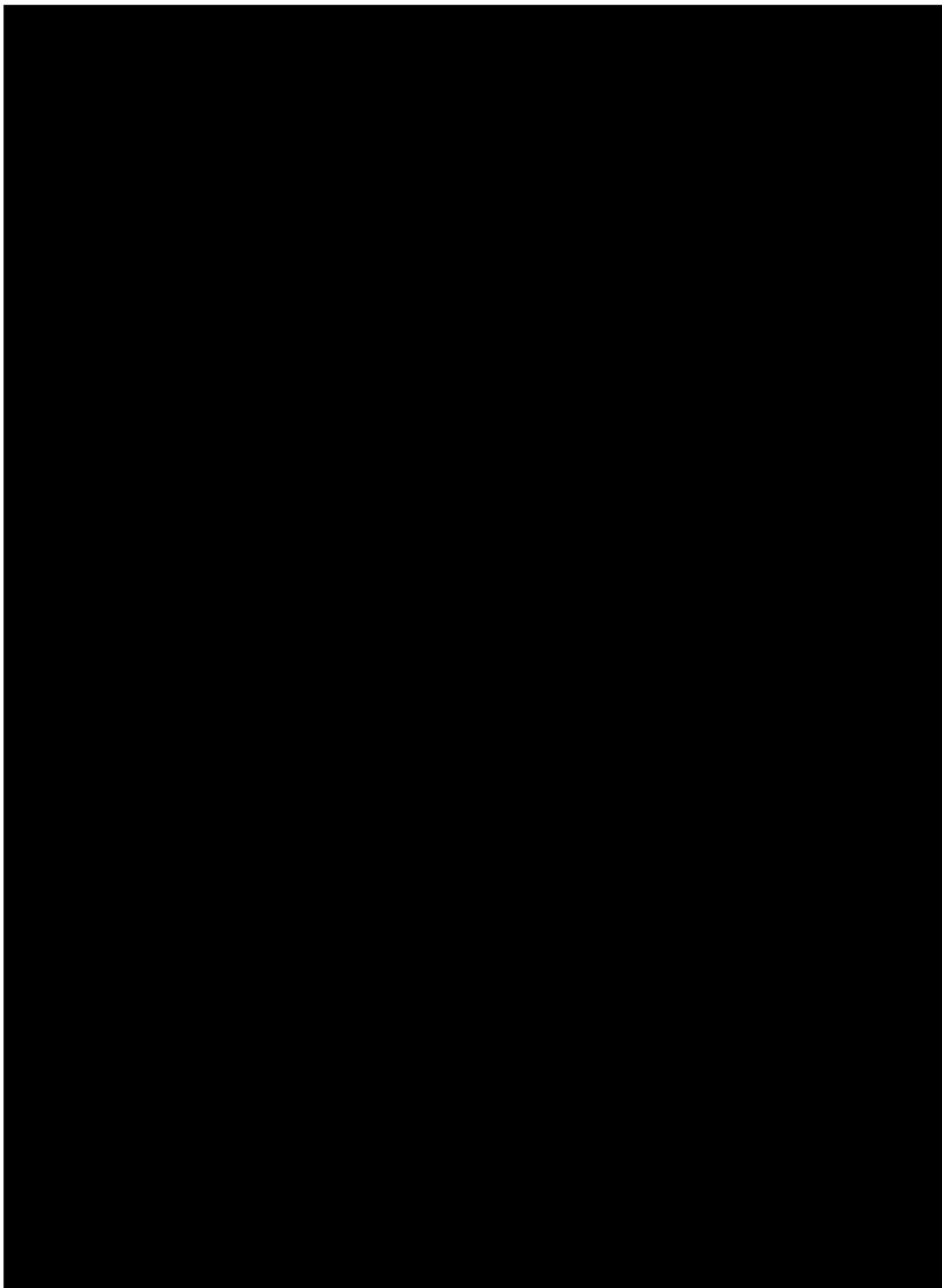
- SPEC_293 Připojení Velkého clusteru k primárním chladicím okruhům teplé vody umí umožňovat manuální přepínání mezi dvěma primárními chladicími okruhy. Pro vyloučení pochybností – takové připojení lze použít pro chlazení více zařízení/racků. Použité ventily pro manuální přepínání musí umožnit dodatečnou případnou instalaci vzdáleně řízených servopohonů. Tato možnost přepínání nesmí být uvažována pro standardní provoz.
- SPEC_294 Úpravy rozdělovačů chlazení datového centra a připojení na rozdělovače chlazení datového centra budou provedeny v součinnosti se smluvní společností zadavatele poskytující servis datového centra, a to na náklady dodavatele.
- SPEC_295 Dodavatel se zavazuje doplnit zadavateli množství chladicí směsi vyplývající z objemových potřeb dodaných zařízení, nově instalovaných rozvodů a úniků spojených s instalací řešení. Základem chladicí směsi je mrazuvzdorné médium DECOTHERM P EKO ředěné demineralizovanou vodou v poměru 1:2 tak, aby konečná hodnota %OBJ byla 33,3 a hodnota bodu tuhnutí -18 °C.
- SPEC_296 (I) Dodavatel uvádí níže v nabídce řešení chlazení dodávaných technologických celků a způsob chlazení položek uvedených v energetické kalkulaci dle SPEC_281, včetně uvedení, jaká část příkonu (potažmo generovaného tepla) je chlazená teplou vodou a jaká studenou vodou. Dodavatel uvádí v nabídce komponenty Výpočetních serverů, které používají přímé kapalinové chlazení (DLC).
- SPEC_297 (I) Dodavatel uvádí v nabídce schéma a parametry napojení Velkého clusteru na chladicí okruhy datového centra.
-

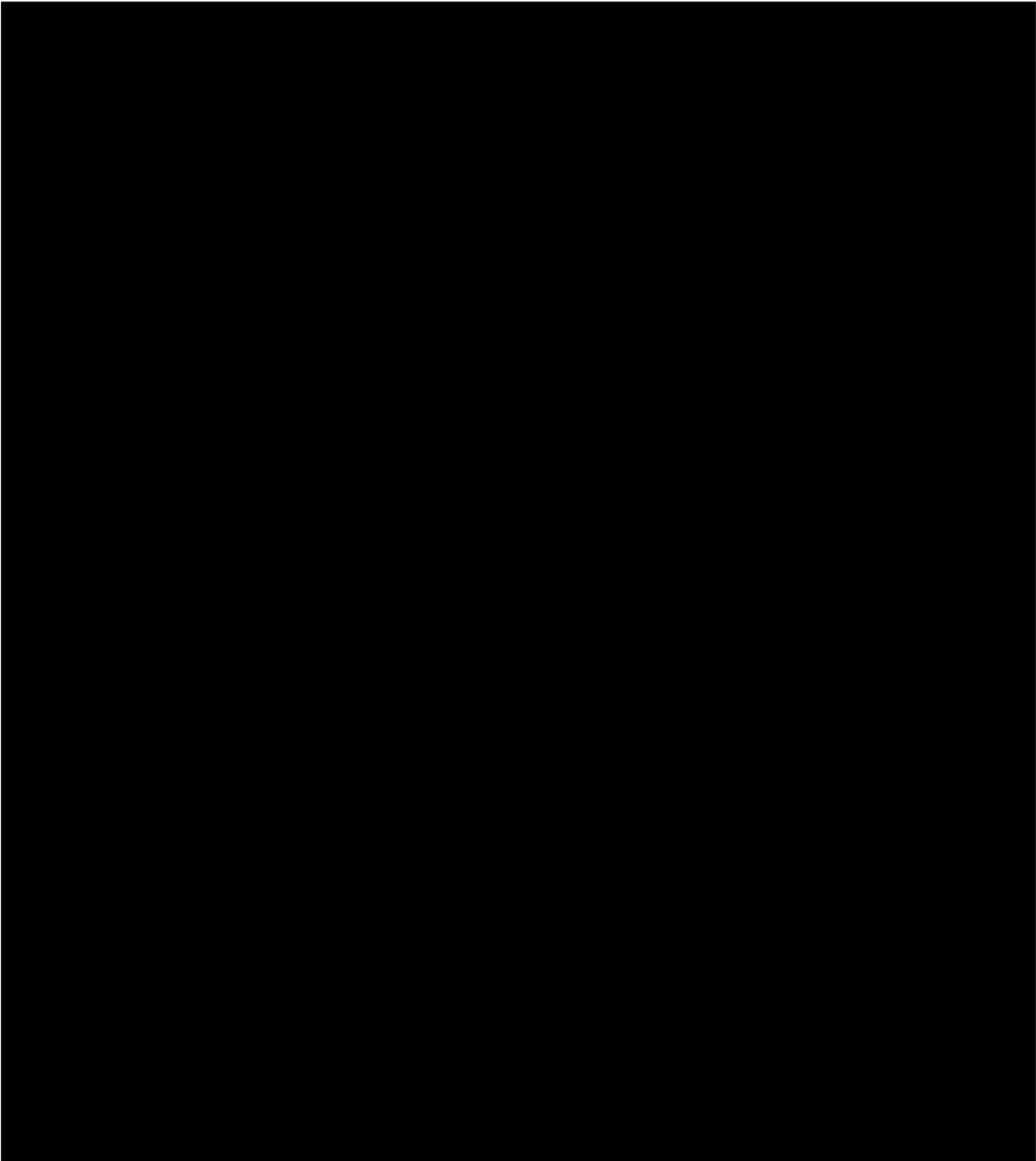
Chladicí řešení BullSequana XH3500

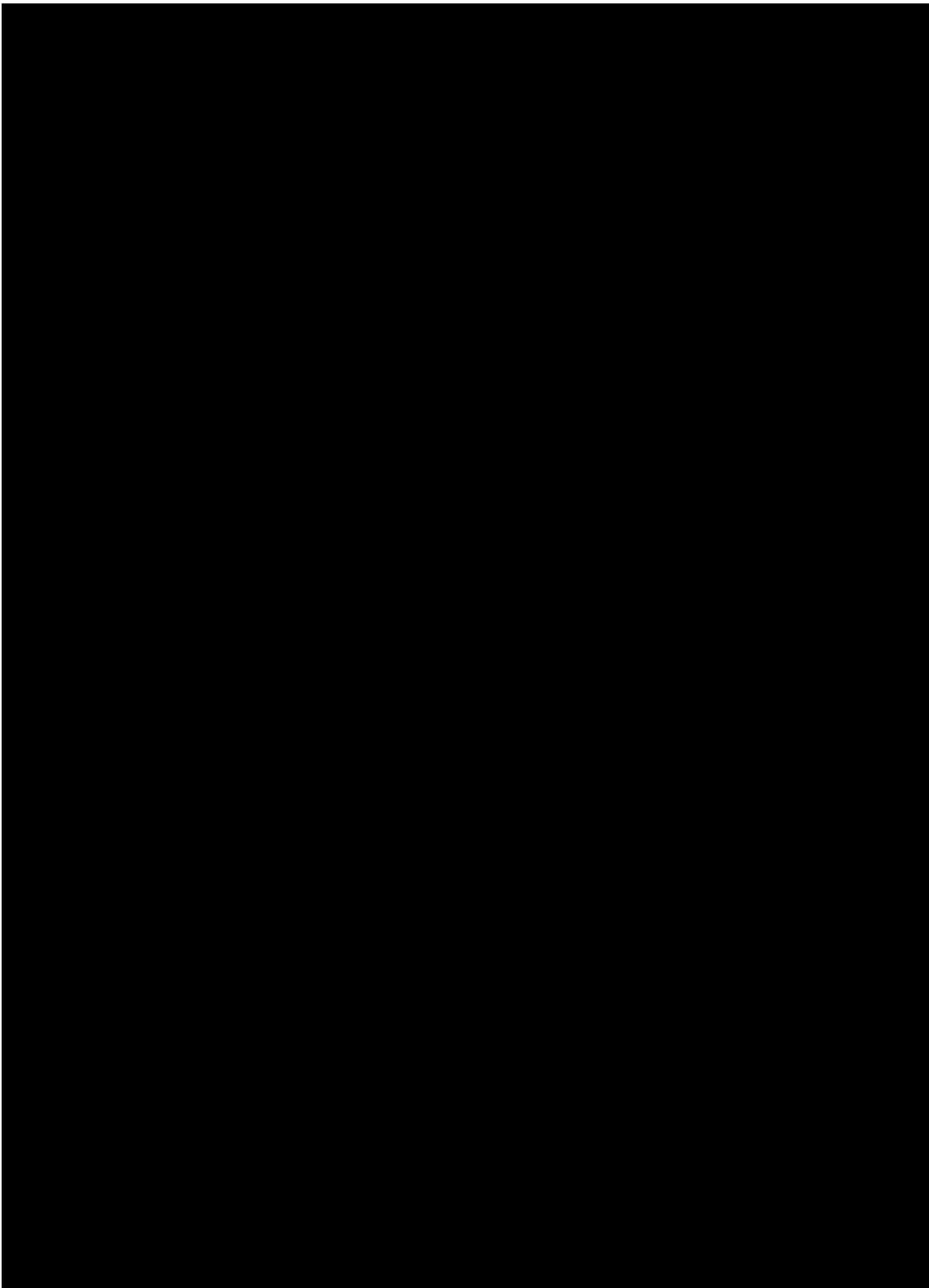


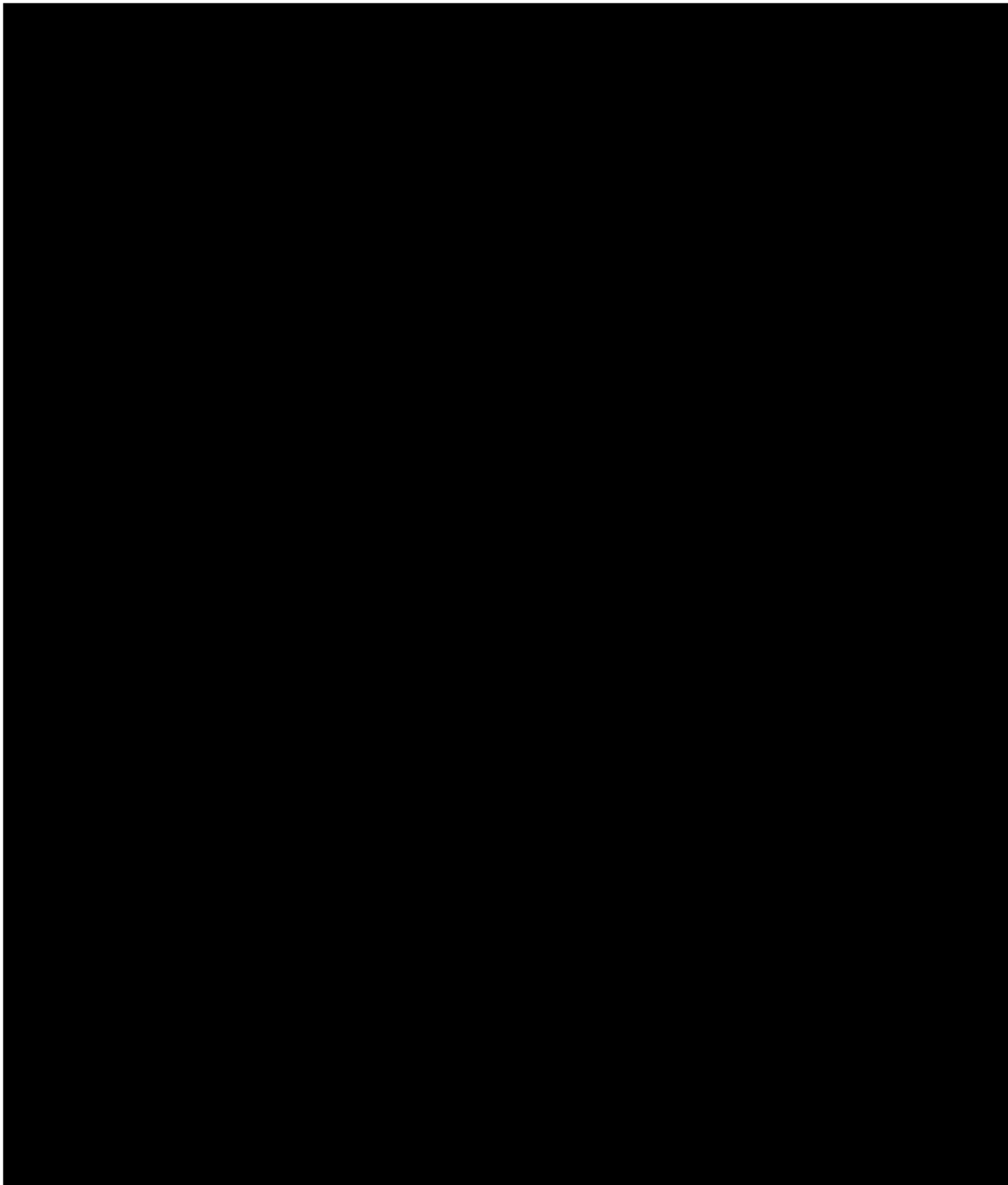
Hydraulická architektura

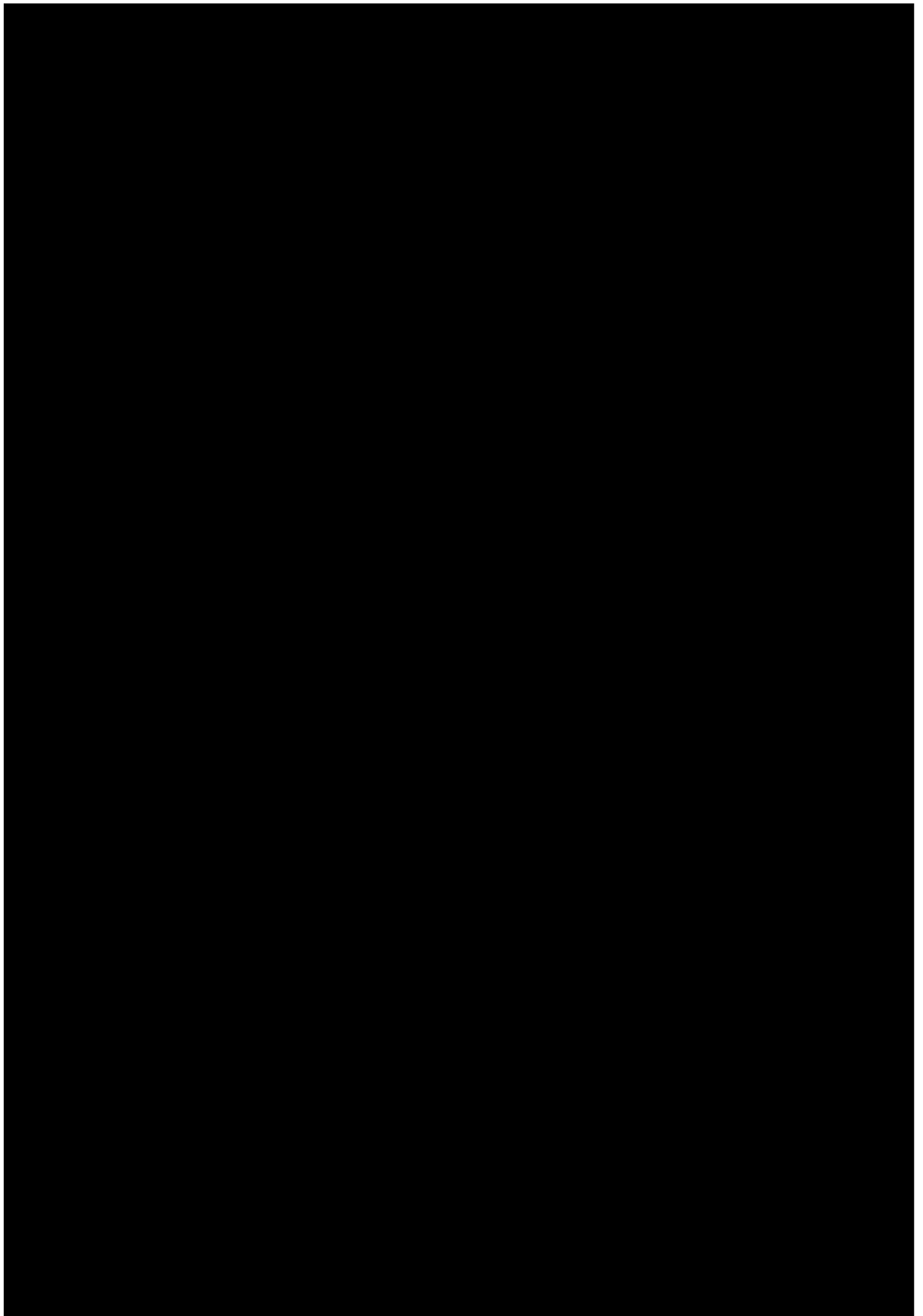


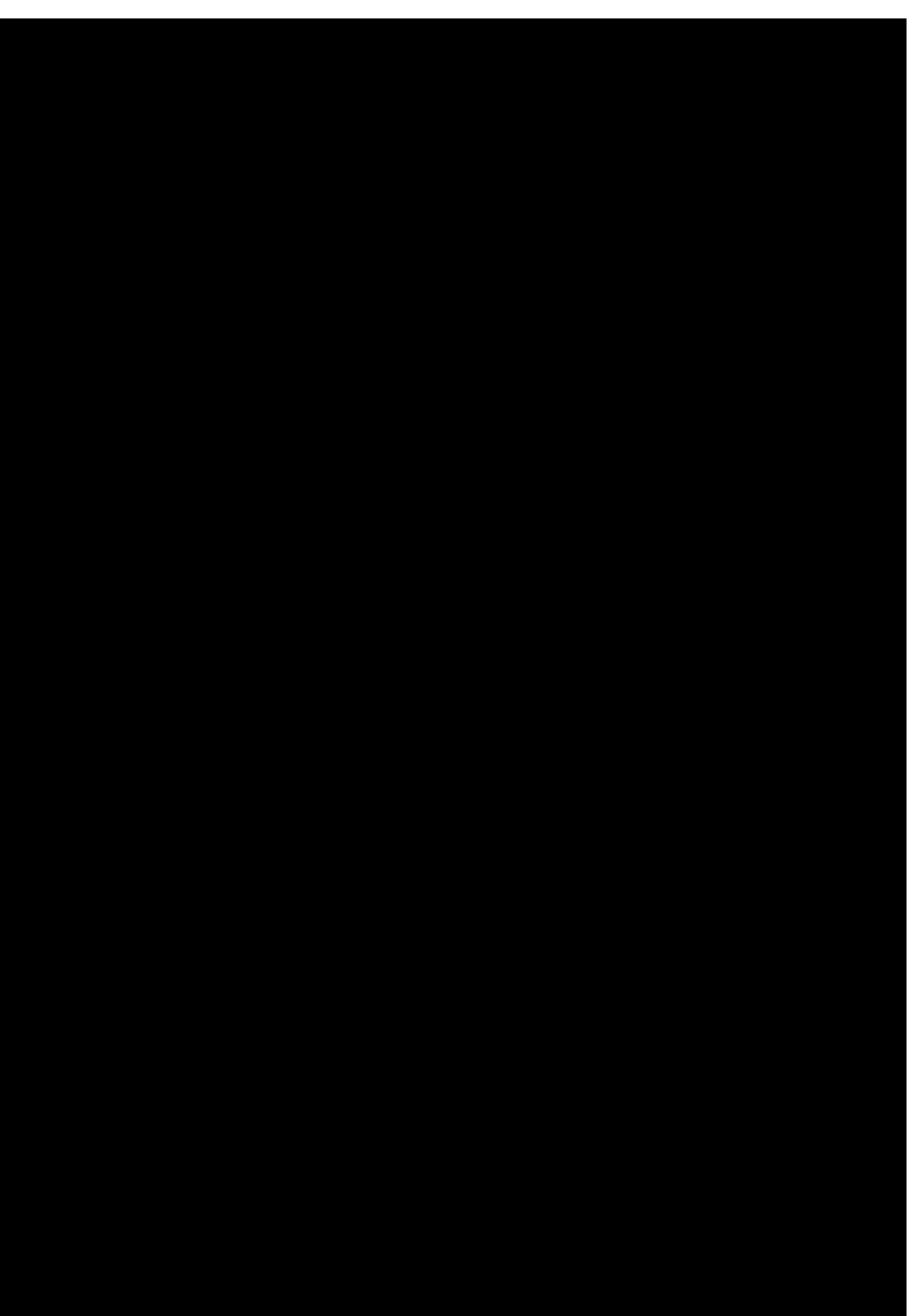


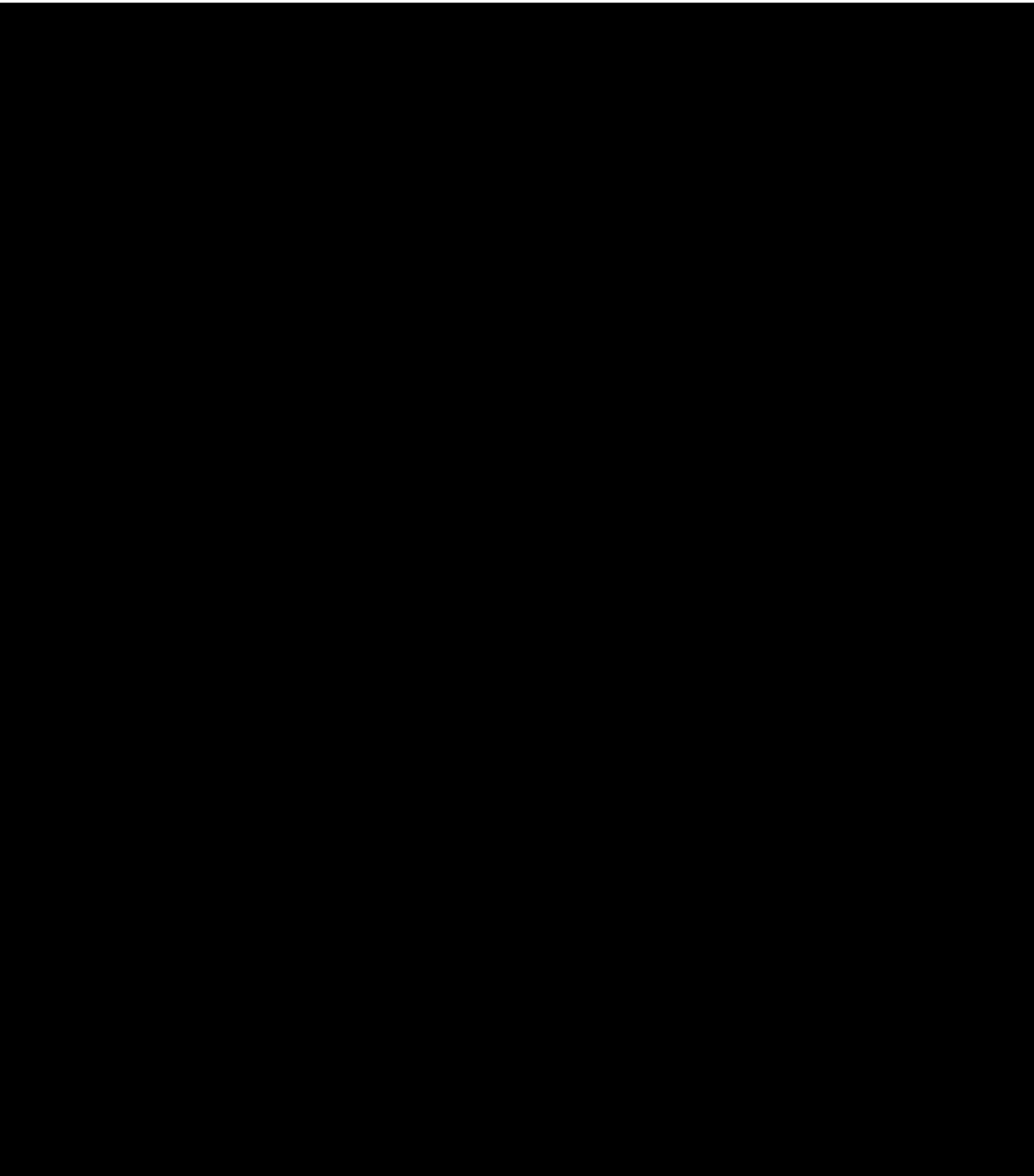










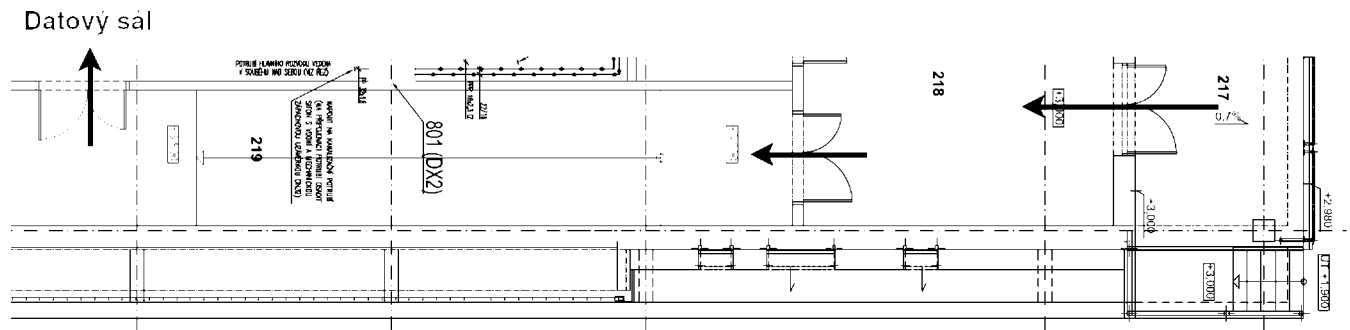


Transport

SPEC_298 Při transportu a instalaci zařízení bude respektována prostorová transportní omezení budovy a možných transportních tras.

Návoz technologií do budovy IT4Innovations je možný ze severovýchodní strany objektu, kde je k tomuto účelu připravena rampa. Rampa je široká 2850 mm a vysoká 1030 mm. Pro transport je výhodné použití nákladních aut s hydraulickým čelem. Z prostoru rampy je vstup do budovy, resp. místnosti č. 218. Vstupními dveřmi vedoucími do místnosti č. 218 je možné transportovat předměty o rozměrech 2410x1540 mm (výška x šířka). Místnost č. 218 o rozměrech 5,3 x 5,6m je možné použít pro sejmutí transportních obalů či jako malý mezisklad v době transportu. Z místnosti č. 218 vede přístupová chodba (místnost č. 219) k datovému sálu. Mezi místností č. 218 a místností č. 219 jsou dveře, jimiž je možné transportovat předměty o rozměrech 2340x1600 mm (výška x šířka). Část této chodby, konkrétně v délce 8,5m, je v provedení šikminky o sklonu 6,5°. Vstup na datový sál (místnost č. 223) je v horní části přístupové chodby. Vstupními dveřmi je možné transportovat předměty o rozměrech 2360x1520 mm (výška x šířka). Tyto dveře mohou zůstat otevřené pouze po nezbytně nutnou dobu.

Předmět, který se projde všemi třemi dveřmi, může mít max. rozměry 2340x1520mm (výška x šířka). Pro transport předmětů v datovém sále je možné využít více variant transportních cest, žádná z nich však není překážkou pro předměty maximálních rozměrů danými dveřmi, viz výše.



- SPEC_299 Při transportu a instalaci zařízení nebude překročena únosnost podlahy přepravní trasy.
Únosnost podlahy datového sálu a jeho přístupové chodby (místnosti 219 a 223) je 25 kN/m^2 . Únosnost podlahy přístupových prostor (místnosti 217 a 218) je 5 kN/m^2 . Tento úsek bude pro transport materiálu dodavatelem dočasně ošetřen instalací ochranných desek pro rozklad zatížení (kupříkladu položením překližkových desek) tak, aby výsledné zatížení podlahy v průběhu fyzické dodávky nepřekročilo 5 kN/m^2 a předešlo se tak poškození podlahy. Ochranné desky je povinen si zajistit dodavatel.
- SPEC_300 Veškeré přechodové lišty, prahy a šikminu v m. č. 219 je nutné při transportu technologií ochránit dřevěnými deskami nebo silnou vrstvou gumy, které si zajistí dodavatel.
- SPEC_301 Z důvodu nižší nosnosti podlahy v m. č. 218 ($5,0 \text{ kN/m}^2$) není možné v tomto prostoru nic dlouhodobě skladovat.
- SPEC_302 Odstranění transportních obalů musí proběhnout mimo prostor datového sálu, m. č. 223.

Prostředí

- SPEC_303 Při integraci a provozu budou zajištěny tyto vlastnosti a parametry prostředí:
- Teplota vzduchu 22 °C až 25 °C
 - Nekondenzující vlhkost
 - Relativní vlhkost 20-60 %
- SPEC_304 V prostoru datového sálu je snížena hladina kyslíku na 15 % a platí zde režimová opatření. Osoby nacházející se na datovém sále bude sledovat délku svého pobytu na sále a každé 2 hodiny musí alespoň na 15 min odejít do normoxického prostředí.

Implementace a další aktivity

Implementace

- SPEC_305 Součástí dodávky bude komplexní implementace Velkého clusteru tak, aby byly splněny všechny požadavky zadavatele.
- SPEC_306 Součástí dodávky bude návrh, doprava, instalace, zprovoznění, konfigurace, ladění, testování všech systémů a provedení akceptačních testů.

Školení

- SPEC_307 Součástí dodávky bude školení v rozsahu a detailu dostatečném pro získání a osvojení znalostí potřebných pro samostatné provozování a správu Velkého clusteru.
- SPEC_308 Školení musí poskytnout informace potřebné pro pochopení vnitřního fungování systémů, funkčních celků, hardware a software. Školení musí zahrnovat důkladné seznámení s provozními postupy a správou systému.
- SPEC_309 Školení bude v rozsahu minimálně 12 hodin, počet účastníku školení nesmí být omezen na méně než 16 účastníků. Účastníky školení budou pracovníci IT zadavatele se zkušenostmi s IT problematikou na různé úrovni v různých oblastech.
- SPEC_310 Školení musí zahrnovat představení technologií, postupů a nástrojů pro správu systému, praktické ukázky a práci s reálným systémem. Praktické ukázky a práce s reálným systémem musí probíhat na Velkém clusteru.
- SPEC_311 Školení musí vést erudovaní školitelé. Školení musí probíhat v českém nebo v anglickém jazyce.
- SPEC_312 Součástí dodávky bude i poskytnutí výukových materiálů a prezentací v anglickém jazyce.
- SPEC_313 Časový harmonogram a detailní plán školení bude vypracován ve spolupráci s projektovým manažerem zadavatele.
- SPEC_314 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést základní harmonogram a obsah školení.

Modul 1

- seznámení s architekturou clusteru
- seznámení se storage řešením clusteru
- racking, HW overview
- základní vzdálená správa clusteru pomocí IPMI

Modul 2

- správa nastavení serverů a obrazů serverů
- deployment obrazů serverů
- ansible
- infiniband

Modul 3

- sběr logů
 - monitoring clusteru
 - HA služby clusteru a jejich správa
-

Modul 4

- architektura logování
- zálohování + hands on

Modul 5

- free lab

Dokumentace

- SPEC_315 Součástí dodávky bude vypracování a dodání komplexní dokumentace Velkého clusteru.
- SPEC_316 Dokumentace musí komplexně pokrývat všechny dodávané systémy a bude logicky navržena a strukturována. Součástí dokumentace bude dokumentace skutečného stavu a dokumentace provozních postupů (provozní manuály). Dokumentace musí pokrývat rovněž postup zapnutí a vypnutí systému.
- SPEC_317 Součástí dokumentace bude též poskytnutí dokumentace dodávaného hardware a software (manuály) v anglickém jazyce. Dokumentace bude poskytnuta v elektronické podobě umožňující kopírování textu.

Prohlášení o shodě

- SPEC_318 Ke všem dodaným systémům a zařízením bude doloženo prohlášení o shodě.

Likvidace odpadů

- SPEC_319 Součástí dodávky bude průběžná likvidace veškerých odpadů vzniklých realizací dodávky.
Zadavatel není povinen a nebude uchovávat obaly, obalový materiál.

Požadavky na obsah Návrhu technického řešení

Návrh Velkého clusteru obsahuje detailní popis architektury řešení, použitých technologií, funkcionalitu a vlastností řešení, uvedení konkrétního počtu a konkrétních konfigurací zařízení, konkrétního počtu licencí a konkrétních názvů software a způsob naplnění požadavků zadavatele.

Návrh Velkého clusteru bude poskytnut v elektronické formě umožňující kopírování textu.

Licenční podmínky budou vloženy do příslušné přílohy závazného vzoru smlouvy.

Záruka a servisní služby

Převážná část IT infrastruktury navržené v rámci této nabídky pro projekt IT4Innovation je postavena na produktech vyráběných přímo společnostmi Eviden nebo produkovaných na základě OEM kontraktů.

Společnost Eviden tak zajišťuje záruku, údržbu a podporu celého systému a představuje pro zákazníka jediné kontaktní místo – SPOC. To platí i pro komponenty sestavy, které jsou případně řešeny ve spolupráci s lokálními partnery.

Záruční servis, který vyžaduje odstávku Systému, bude prováděn v termínu a v rozsahu odsouhlaseném Zadavatelem.

O výsledku provedení záručního servisu bude Zadavatel písemně informován prostřednictvím jednotného kontaktního místa.

Podpora a servis je rozdělena do dvou kategorií:

- pravidelný záruční servis
- reaktivní servis

Pravidelný záruční servis zařízení

Pravidelný záruční servis zařízení Velkého clusteru zahrnuje zejména

- záruční servisní práce a služby předepsané závaznou legislativou,
- záruční servisní práce a služby předepsané výrobcem dodaných zařízení a provádění aktualizací softwarového vybavení

Součástí Pravidelného servisu je také zajišťování nových verzí dodaného software, dostupnost softwarových aktualizací a záplat. Zadavateli bude po dobu záruky poskytnut bezplatný přístup k novým verzím, k bezpečnostním záplatám a k aktualizacím programového vybavení systémů.

Součástí Pravidelného servisu je rovněž provádění pravidelných aktualizací programového vybavení systémů a jeho nastavení. A to zejména provádění aktualizací, které jsou určeny ke zvýšení bezpečnosti, spolehlivosti, odstranění funkčních či výkonových nedostatků. Aktualizace určené k odstranění závažných problémů budou prováděny dle jejich závažnosti bez zbytečných prodloužení. Aktualizace programového vybavení budou koordinovány se Zadavatelem.

Harmonogram Pravidelných servisních zásahů bude určen na základě domluvy smluvních stran.

Reaktivní záruční servis

Reaktivní podpora bude zajišťovat odstraňování nahodilých vad (zjištěných monitoringem, HPC servisním týmem společností Eviden či Zadavatelem), které způsobují, že dodaný systém nebo jeho části vykazují vady, a to dle níže uvedených kategorií:

- Vada kategorie A – vada, která zcela nebo podstatným způsobem znemožňuje užívání Systému
- Vada kategorie B – vada, která nebrání užívání Systému, ale podstatným způsobem jej omezuje, nebo která vytváří riziko znemožnění užívání Systému
- Vada kategorie C – jiná vada, která není vadou kategorie A ani B

Zahájení řešení odstranění vady:

- kategorie A – okamžitě po nahlášení vady
- kategorie B – do 2 hodin od nahlášení vady
- kategorie C – do 24 hodin od nahlášení vady

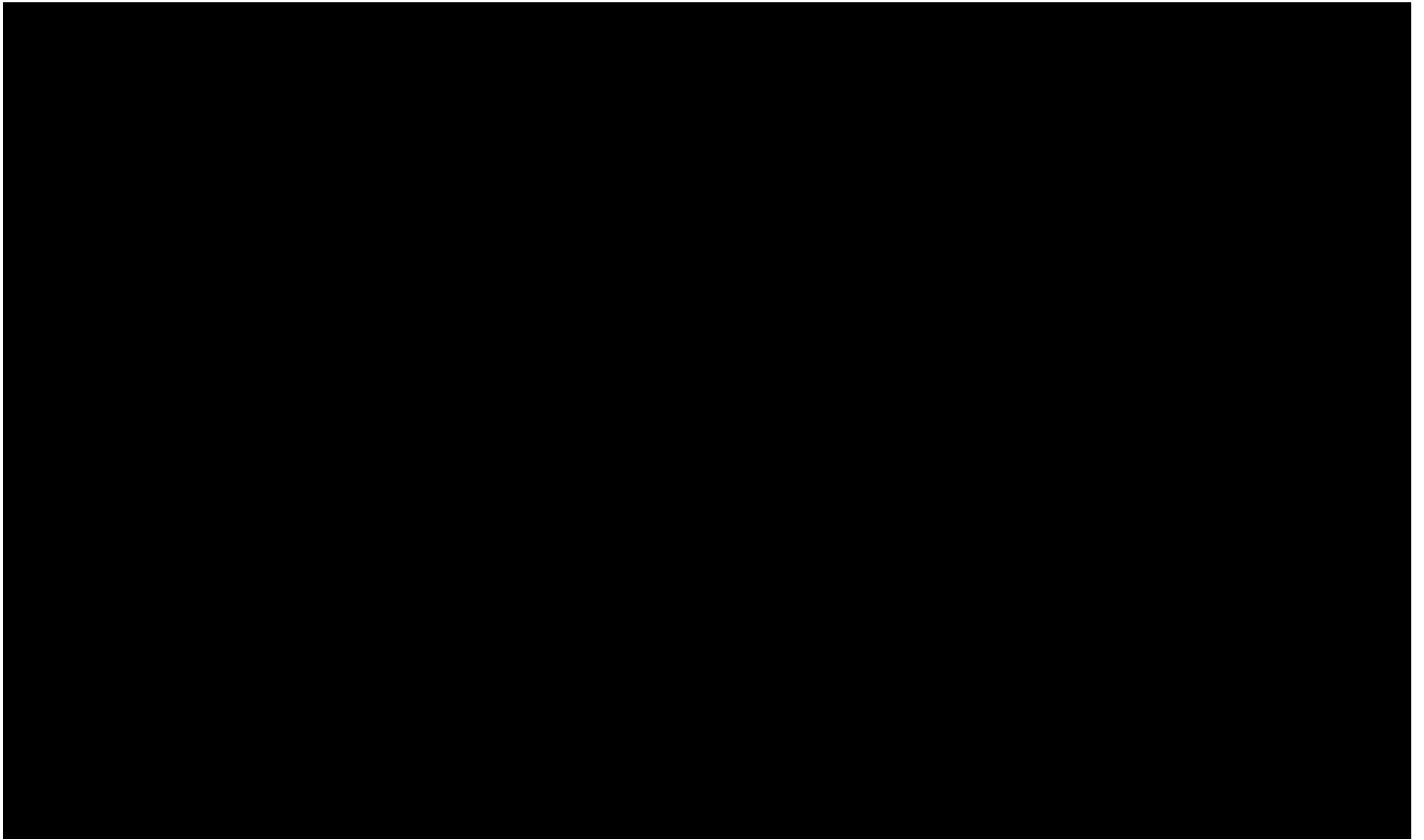
Odstraňování vad bude prováděno v následujícím režimu:

- kategorie A – do 24 hodin od nahlášení vady nebo poskytnutí akceptovatelné náhradního řešení
- kategorie B – do 72 hodin od nahlášení vady nebo dle písemné dohody se Zadavatelem
- kategorie C – do 9 kalendářních dnů od nahlášení vady, nebo dle písemné dohody se Zadavatelem

Je třeba zdůraznit, že na **softwarové** produkty není garantována doba odstranění – výrobci software obvykle v rámci podpory negarantují dobu odstranění vady.

Poskytují pouze analýzu problému a zjištění jeho příčiny, poskytnutí opravných balíčků v okamžiku jejich finálního zveřejnění a uvolnění k distribuci, případně v případě zásadních chyb poskytnutí spolupráce pro nalezení dočasného (workaround) řešení do doby dokončení finálního balíčku.







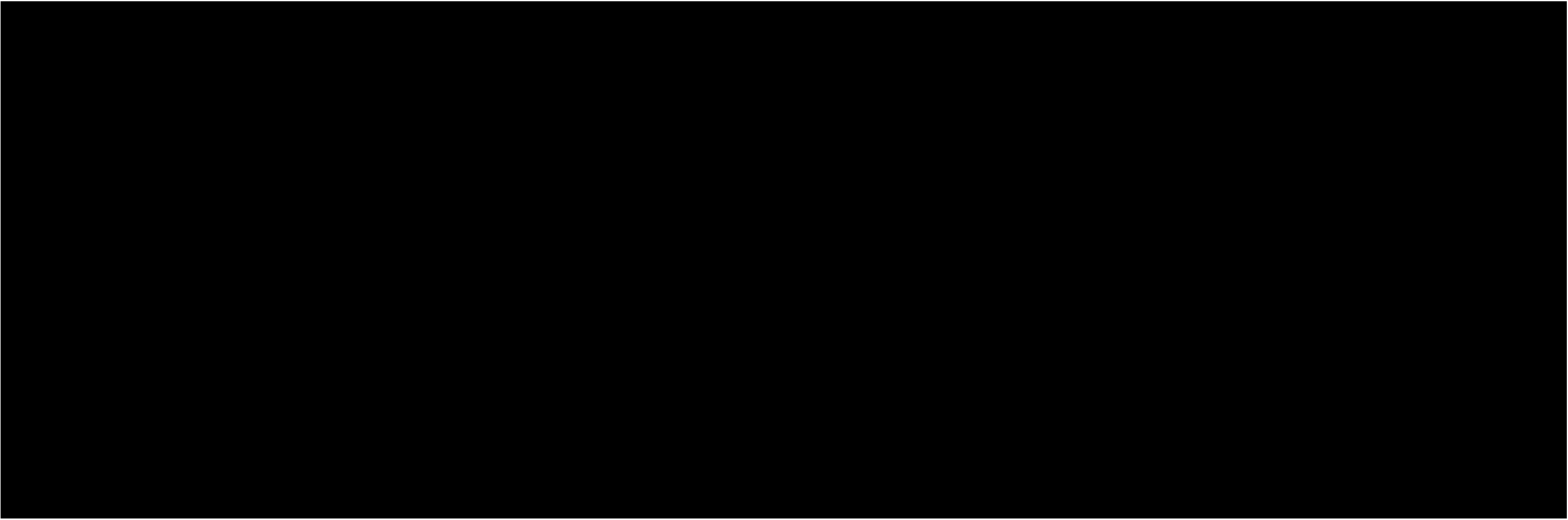




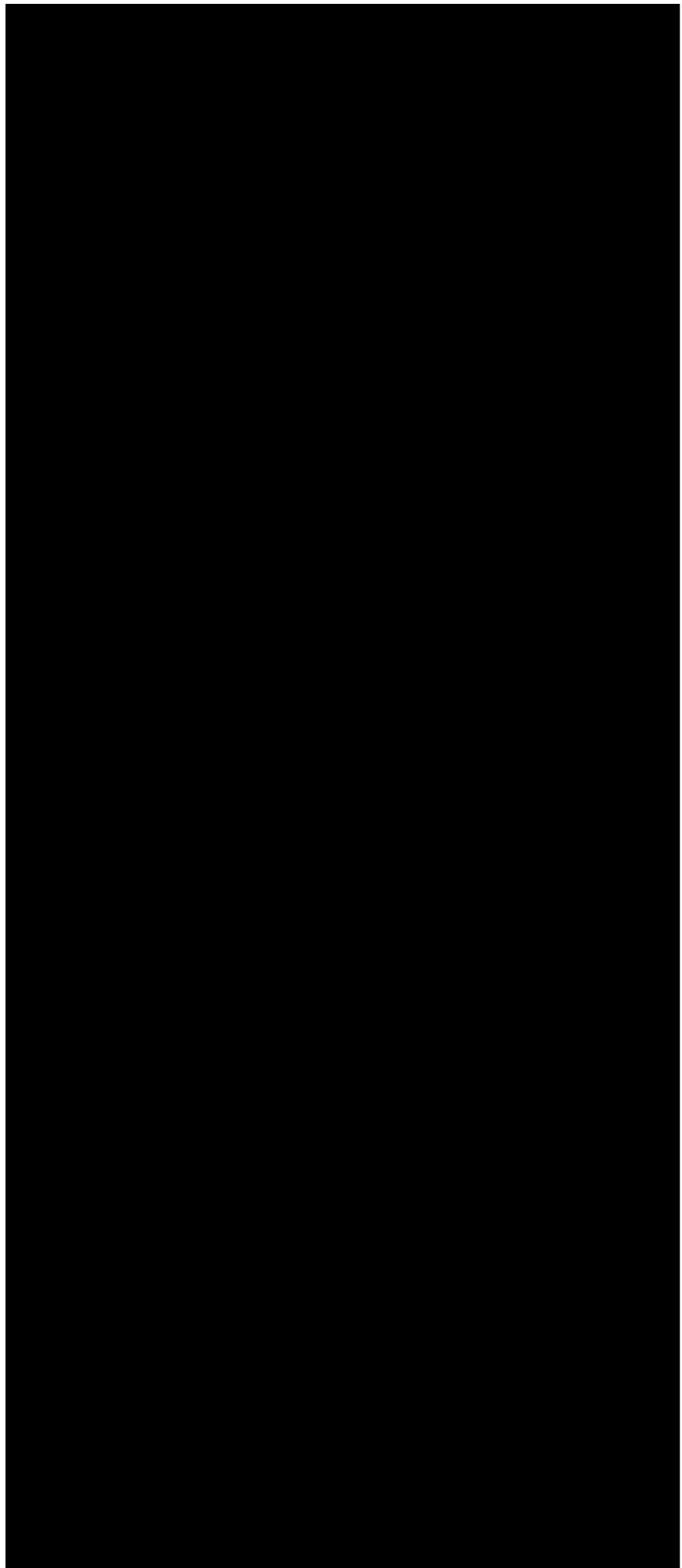


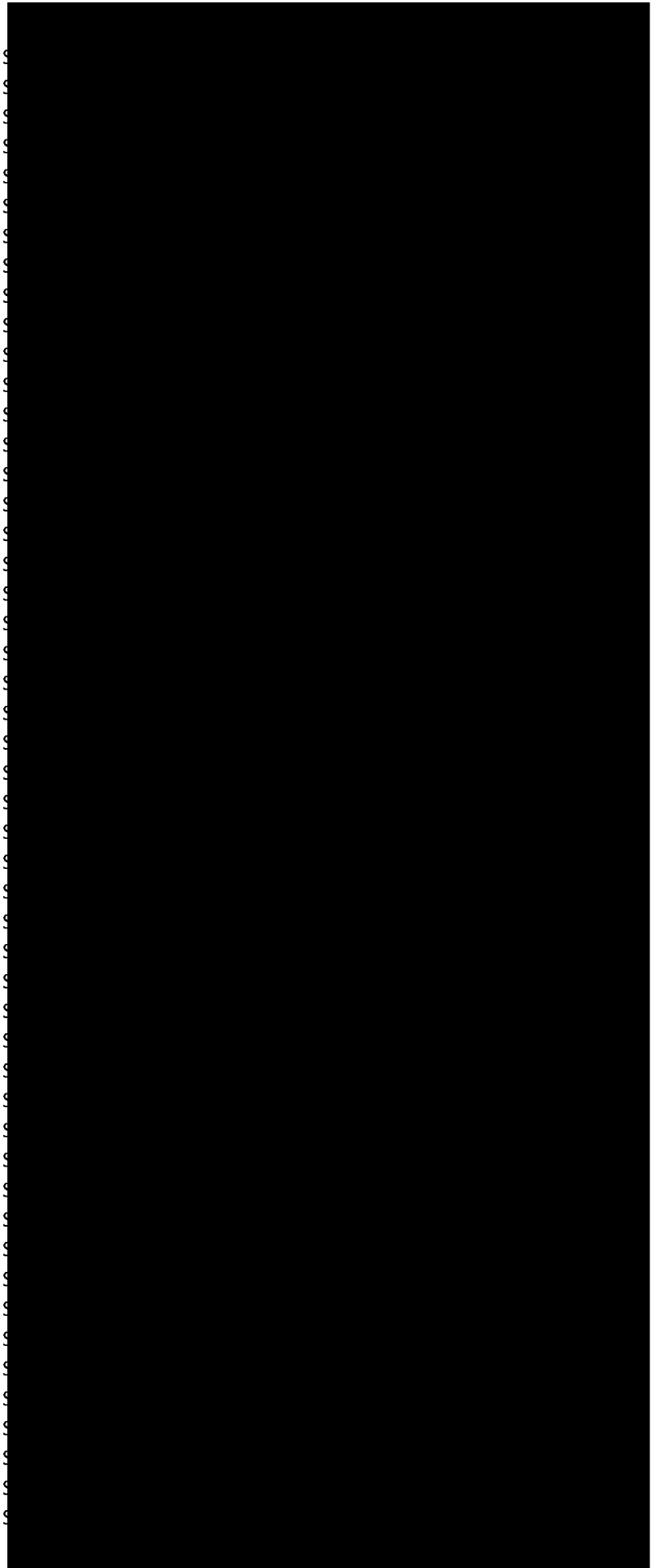


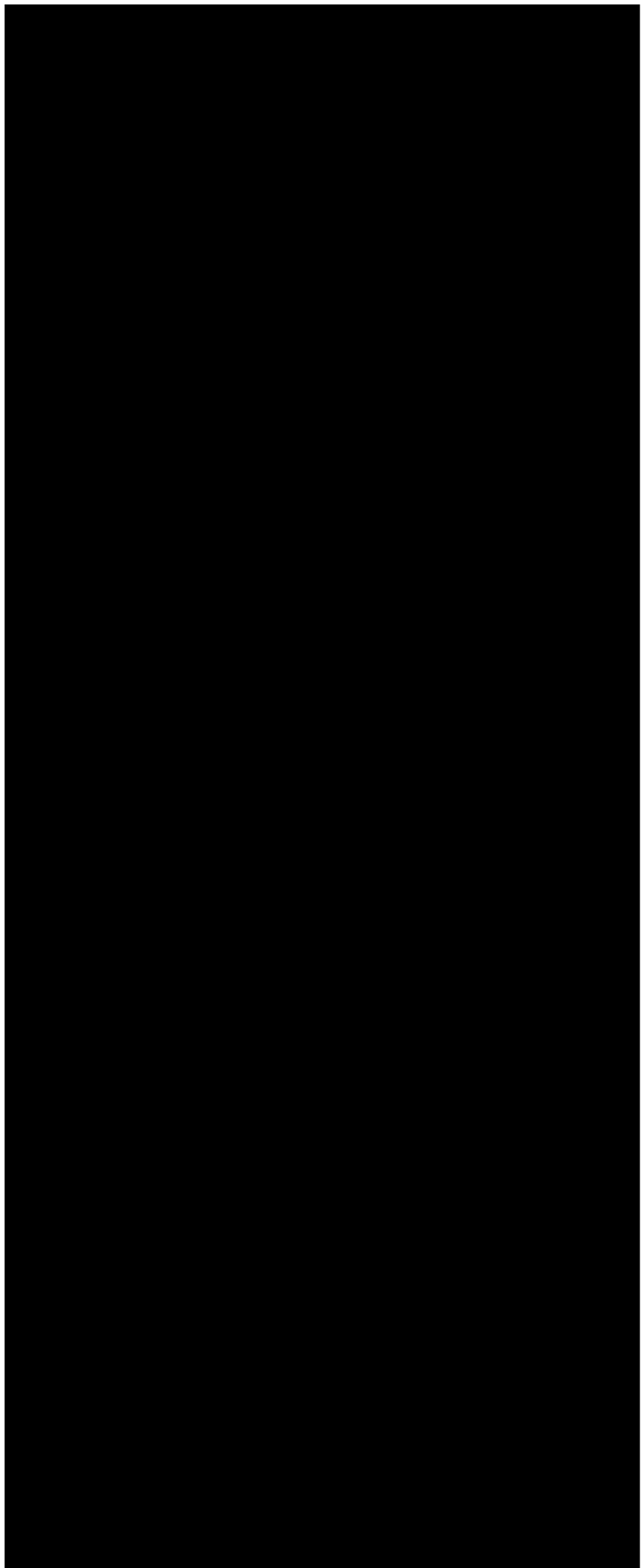


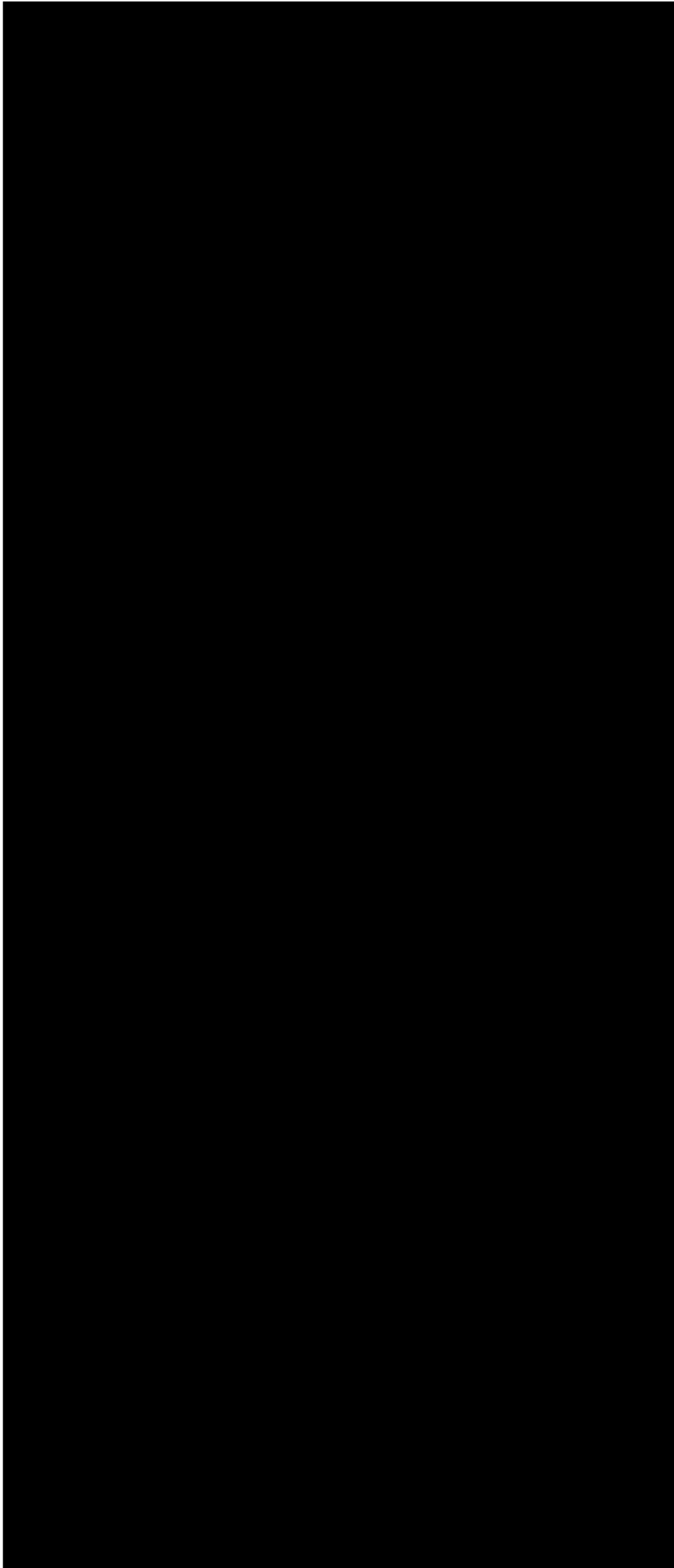


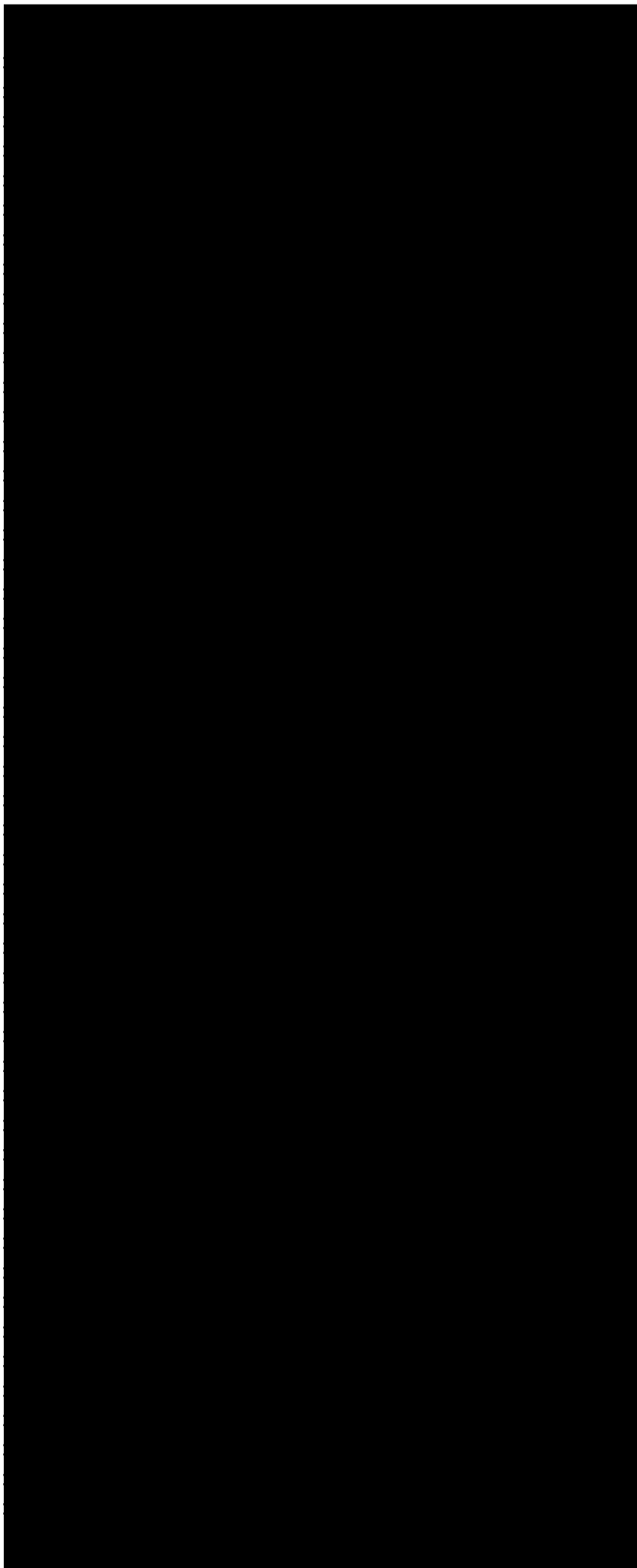


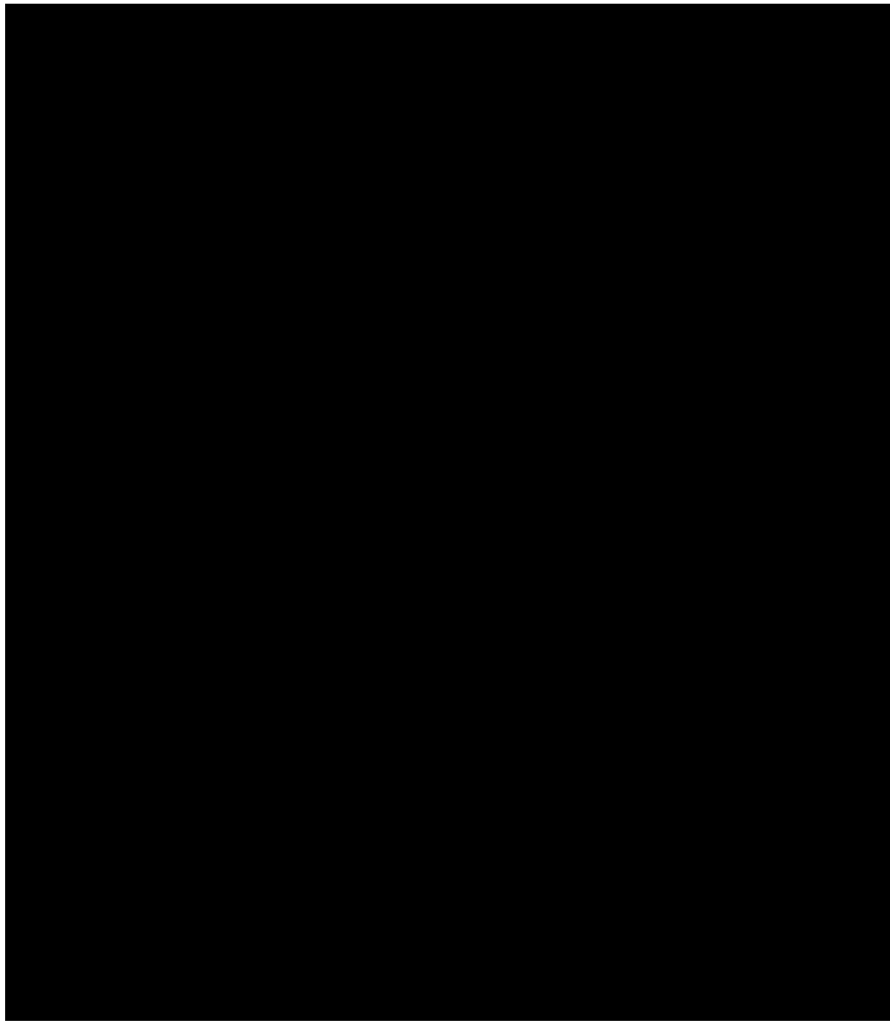












Příloha č. 2
Harmonogram plnění

Č.	Milník	Termín
1.	Nabytí účinnosti Smlouvy	T
2.	Dodání Návrhu Detailního projektového plánu	T+1 měsíc
3.	Projednání a akceptace Detailního projektového plánu	T+2 měsíce
4.	Dodání Návrhu Detailní technické specifikace	T+3 měsíce
5.	Projednání a akceptace Detailní technické specifikace	T+4 měsíce
6.	Dodání Návrhu Specifikace akceptačních testů	T+5 měsíců
7.	Projednání a akceptace Specifikace akceptačních testů	T+6 měsíců
8.	Dokončení Implementace Systému	T+7 měsíců
9.	Dodání Dokumentace Systému	31. 10. 2026
10.	Úspěšné provedení Akceptačních testů	31. 10. 2026
11.	Provedení Školení	31. 10. 2026
12.	Komplexní dodávka Systému	31. 10. 2026

Termín milníku č. 1 (v tomto konkrétním případě přesné datum) je odvislý od uveřejnění Smlouvy v registru smluv. Následující milníky jsou počítány od pevně stanoveného data milníku č. 1.

Termín milníku č. 8 je závazně stanoven tímto Harmonogramem plnění, avšak jeho změna je přípustná dle odstavců 4.1 a 4.3 Smlouvy. Od data splnění milníku č. 8 bude počítána lhůta pro splnění milníku č. 9. Pokud milník č. 8 bude Dodavatelem splněn v pozdější termínu z důvodu postupu podle odst. 4.3 Smlouvy, než jaký bude vyplývat z Harmonogramu plnění, bude se lhůta milníku č. 9 počítat až od data skutečného splnění milníku č. 8. Takto budou počítány všechny následující termíny plnění milníků Harmonogramu plnění s tím, že všechny jsou odvislé od skutečného data splnění milníku č. 8 nebo od termínu milníku č. 8 dle Harmonogramu plnění, podle toho, který nastane později. Tato prolongace termínů plnění Díla však nemá vliv na smluvní sankce ve smyslu čl. 16 Smlouvy, ani na nejzazší termín dokončení Díla ve smyslu odst. 4.1 Smlouvy.

Dále se smluvní strany dohodly, že termíny pro splnění milníků č. 2 až 7 se mohou změnit na základě písemné domluvy Oprávněných osob smluvních stran ve smyslu Přílohy č. 6 Smlouvy (tedy bez nutnosti uzavírat dodatek ke Smlouvě) podle potřeby provádění plnění dle Smlouvy, avšak nesmí přesáhnout termín splnění milníku č. 8. Žádný z milníků nesmí přesáhnout nejzazší termín splnění Smlouvy, tedy den 31. 10. 2026.

Projednáním a akceptací Detailního projektového plánu (milník č. 3) se rozumí prezentace dokumentu Detailní projektový plán Dodavatelem Objednateli, posouzení tohoto dokumentu Objednatelem, oznámení Objednatele o svém souhlasu s daným dokumentem nebo vznesení výhrad a připomínek Objednatelem, případné předložení upraveného dokumentu Objednateli k převzetí a podpisem předávacího protokolu, vše v souladu s pravidly vyplývajícími z odst. 6.3 Smlouvy. Dokument Detailní projektový plán vhodným způsobem popisuje a stanovuje postup, časovou návaznost, potřebné zdroje (lidské i materiální) a vzájemné závislosti všech aktivit a výstupů plánovaných k včasnému naplnění milníku

č. 12 Komplexní dodávka systému. Požadovanou míru detailu v rámci procesu projednání stanovuje Objednatel.

Projednáním a akceptací Detailní technické specifikace (milník č. 5) se rozumí prezentace dokumentu Detailní technická specifikace Dodavatelem Objednateli, posouzení tohoto dokumentu Objednatelem, oznámení Objednatele o svém souhlasu s daným dokumentem nebo vznesení výhrad a připomínek Objednatelem, případné předložení upraveného dokumentu Objednateli k převzetí a podpisem předávacího protokolu, vše v souladu s pravidly vyplývajícími z odst. 6.3 Smlouvy. Dokument Detailní technická specifikace v detailu popisuje technické provedení Systému a všech jeho částí. Požadovanou míru detailu v rámci procesu projednání stanovuje Objednatel. V případě, že by v průběhu provádění Díla došlo po dokončení tohoto milníku ke změně Detailní technické specifikace (např. v důsledku nesplnění milníku č. 10 „Úspěšné provedení Akceptačních testů“), Dodavatel upraví Detailní technickou specifikaci a její znění bude Objednatelem odsouhlaseno způsobem popsáním v tomto odstavci. Pro vyloučení pochybností, v takovém případě se nejedná o nesplnění milníku ze strany Dodavatele a milník č. 5 se považuje za již splněný; upravenou Detailní technickou specifikaci Dodavatel dodá Objednateli nejpozději v rámci milníku č. 9.

Projednáním a akceptací Specifikace akceptačních testů (milník č. 7) se rozumí prezentace dokumentu Specifikace akceptačních testů Dodavatelem Objednateli, posouzení tohoto dokumentu Objednatelem, oznámení Objednatele o svém souhlasu s daným dokumentem nebo vznesení výhrad a připomínek Objednatelem, případné předložení upraveného dokumentu Objednateli k převzetí a podpisem předávacího protokolu, vše v souladu s pravidly vyplývajícími z odst. 6.3 Smlouvy. Dokument Specifikace akceptačních testů stanovuje očekávané výstupy jednotlivých akceptačních testů a v detailu popisuje způsob provedení akceptačních testů Systému. Požadovanou míru detailu v rámci procesu projednání stanovuje Objednatel.

Dokončením implementace Systému (milník č. 8) se rozumí stav, kdy Dodavatel považuje Velký cluster za kompletní, s veškerou požadovanou funkčností a s deklarovanými parametry a oznámí tuto skutečnost zadavateli. Po milníku Dokončení Implementace Systému Dodavatel nesmí provádět žádné implementační práce či úpravy Systému s výjimkou prací a úprav schválených Objednatelem.

Provádění akceptačních testů je možno zahájit až po splnění milníku č. 8 Dokončení implementace Systému. Nesplněním akceptačních testů se má za to, že nebyla dokončena implementace Systému a pokračuje implementace Systému.

Komplexní dodávkou Systému (milník č. 12) se rozumí provedení Díla ve smyslu odst. 3.1 Smlouvy. Od splnění tohoto milníku počne běžet záruka ve smyslu odst. 11.2 Smlouvy. Pro splnění milníku č. 12 je nezbytné, aby všechny ostatní milníky ve smyslu této přílohy č. 2 Smlouvy byly rovněž splněny, což bude Objednatelem zkontrolováno a potvrzeno. Termín pro splnění milníku č. 12 nesmí přesáhnout datum 31. 10. 2026.

Příloha č. 3

Součinnost Objednatele

Součinnost Objednatele bude při poskytování plnění dle této Smlouvy spočívat zejména v následujících činnostech:

- zajistit součinnost a účast odpovědných pracovníků Objednatele a osob znalých prostředí Objednatele v rozsahu nezbytném pro zhotovení Díla. Součinnost bude spočívat především v poskytnutí konzultací majících za cíl doplnit informace k předložené dokumentaci při vypracování Technické specifikace a Specifikace akceptačních testů;
 - zajistit pro členy realizačního týmu Dodavatele přístup do objektů Objednatele;
 - dle potřeby zajistit účast odpovědných pracovníků Objednatele při realizaci akceptačních testů;
 - poskytnout informace o plánovaných změnách v prostředí Objednatele, pokud budou mít jakýkoli vliv na plnění Dodavatele a poskytnout v této souvislosti úplné, pravdivé a včasné informace;
 - Školení – Pro účely školení je možno využít prostor Objednatele, Objednatel zajistí místnost a prezentační techniku (projektor, whiteboard), Objednatel zajistí účast účastníků školení v termínech dle oboustranně schváleného Harmonogramu plnění.
 - Reaktivní servis – Objednatel zajistí podmínky pro realizaci Reaktivního servisu na místě instalace. Objednatel po dohodě s Dodavatelem poskytne eskalační mechanismus klasifikace vad pro případy, kdy nedojde ke shodě na klasifikaci vady mezi pracovníky Objednatele a Dodavatele řešících vady. V případě sporů ohledně stanovení eskalační procedury rozhoduje Objednatel.
 - Akceptační testy – součinnost na přípravě a realizaci Akceptačních testů.
 - Platba, fakturace – Objednatel poskytne potřebnou součinnost na zajištění formální správnosti a akceptovatelnosti dokumentů.
 - Pojištění – součinnost na zajištění požadovaných informací Objednatele pro sjednání pojištění Dodavatele.
 - Prostory – Objednatel poskytne prostory pro uložení, skladování materiálu v nezbytném rozsahu během doby realizace Díla.
 - Datový sál – Objednatel na žádost Objednatele zajistí spolupráci s třetí osobou poskytující servis a podporu Datovému sálu v rozsahu nezbytném pro integraci Díla a Datového sálu.
-

Příloha č. 4

Licenční podmínky k SW

1. Vymezení využití softwarových produktů v rámci dodávky

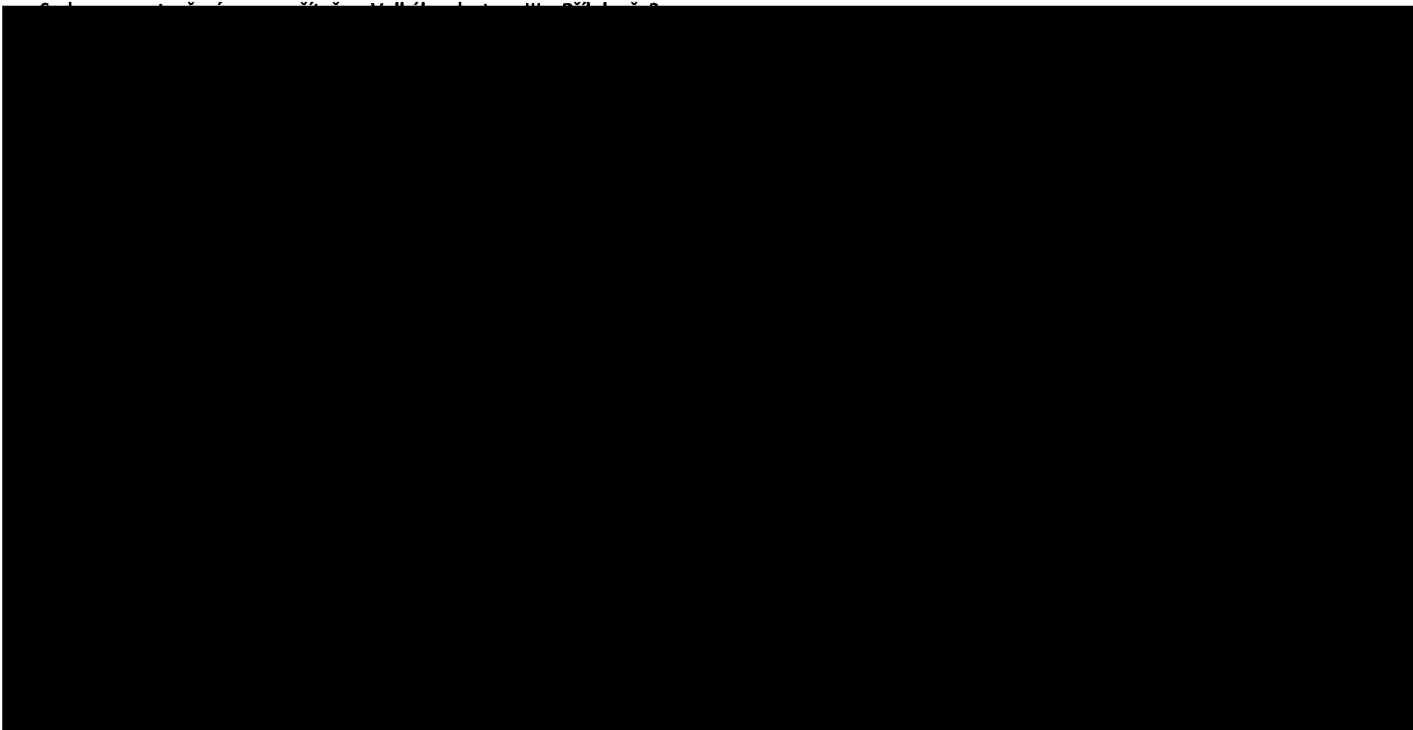
- 1.1 Veškeré softwarové vybavení se bude používat na hardwarovém vybavení IT4Innovations národního superpočítačového centra (dále jen „IT4Innovations“), které je součástí Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava, hardwarové vybavení tedy je nebo bude ve výlučném vlastnictví VŠB-TUO, software tedy nebude poskytován k provozu na cizím hardware. Veškerý software bude použit pro akademické účely, vědu a výzkum, z části také na komerční výzkum realizovaný na smluvním základě, avšak v maximální míře do 20 %, kterou připouští Sdělení Komise (EU) „Rámec pro státní podporu výzkumu, vývoje a inovací“ (2022/C 414/01). Nejedná se o verze určené pouze pro výuku studentů.
- 1.2 Licencování veškerého software dodaného v rámci veřejné zakázky „Velký cluster III – IT4I“ by mělo umožnit využití těchto technických prostředků a služeb jím poskytovaných vedle primárního nabyvatele licence, kterým je Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, což předpokládá užívání ze strany zaměstnanců a orgánů Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava; i následujícím skupinám třetích osob:
- 1) **Všichni registrovaní uživatelé IT4Innovations/e-INFRA CZ** – Registrovaní uživatelé jsou uživatelé, kteří mají v IT4Innovations, popřípadě v konsorciu e-INFRA CZ, zřízen účet. Účet získávají (zejména, ale ne pouze) uživatelé
 1. kteří uspěli v grantové soutěži na přidělení výpočetních zdrojů nebo
 2. byla jim schválena jejich žádost nebo
 3. se účastní školení či jiných vzdělávacích akcí IT4Innovations/e-INFRA CZ nebo
 4. jsou uživatelé konsorcia e-INFRA CZ
 5. a splnili podmínky IT4Innovations pro přístup a k užívání hardwarových prostředků IT4Innovations,
 - 2) **Smluvní a další partneři zadavatele.**
- 1.3 Licencování software dodaného v rámci veřejné zakázky musí umožnit poskytování služeb Systému třem tisícům koncových uživatelů a správu Systému padesáti uživateli správy (operátorů, administrátorů).
- 1.4 Dodavatel si je vědom informace Objednatele, že nabyvatelem licence se stává Objednatel a součástí licence udělené nabyvateli musí být i oprávnění upravovat a rozvíjet Velký cluster III nabyvatelem licence (Objednatelem) nebo třetí osobou, kterou tím Objednatel pověří.
- 1.5 Další podmínky na poskytnutí licencí k Dodavatelem dodávaného software jsou definovány v čl. 10 Smlouvy. V případě rozporu této Přílohy č. 4 Smlouvy a čl. 10 Smlouvy se smluvní strany dohodly, že přednost mají licenční podmínky Dodavatelem dodávaného software před ustanoveními čl. 10 Smlouvy, avšak vždy musí respektovat podmínky stanovené v odst. 1.1 a 1.2 Přílohy č. 4 Smlouvy.

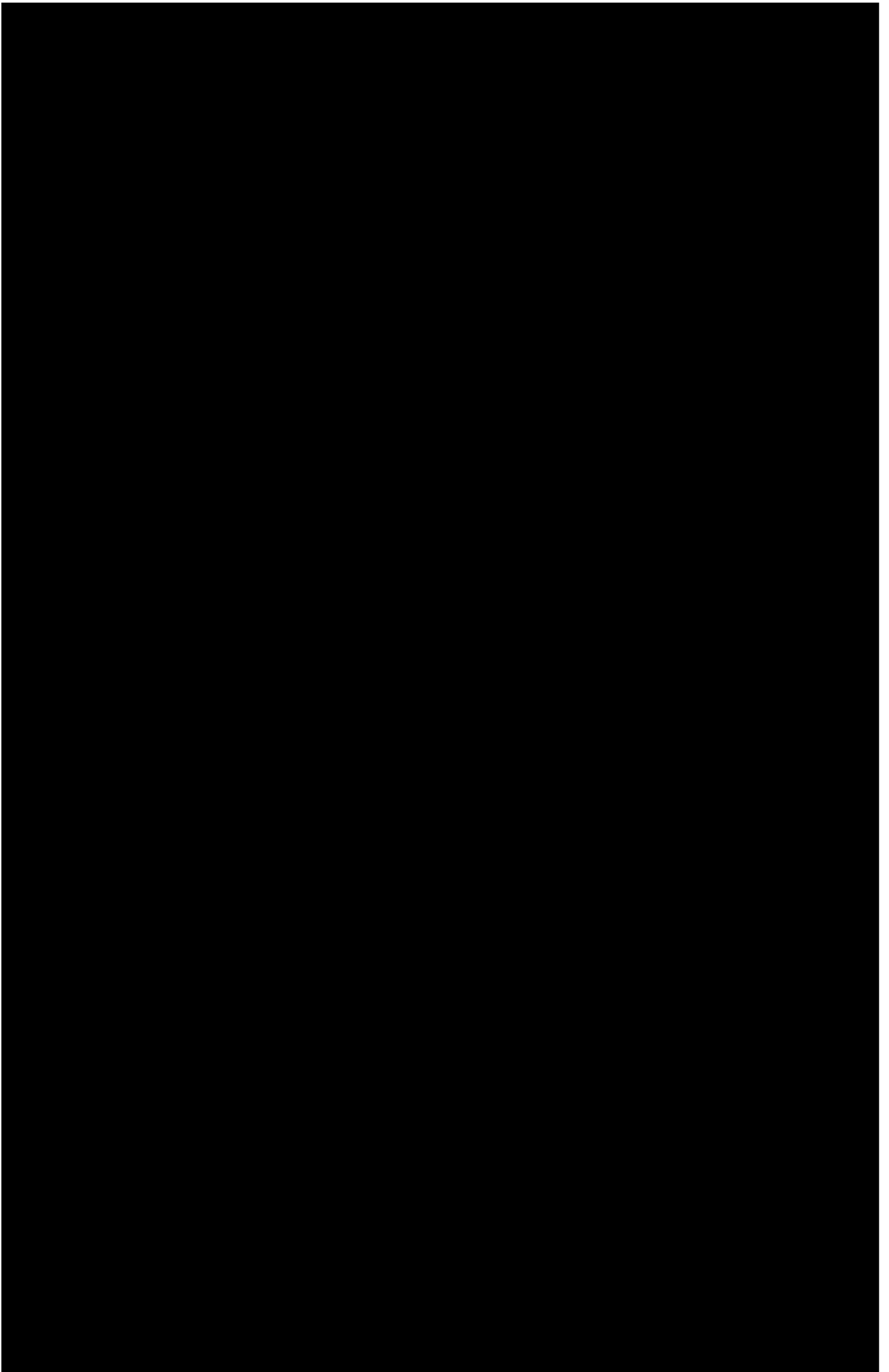
2. Licenční podmínky k vybranému standardnímu a open source SW

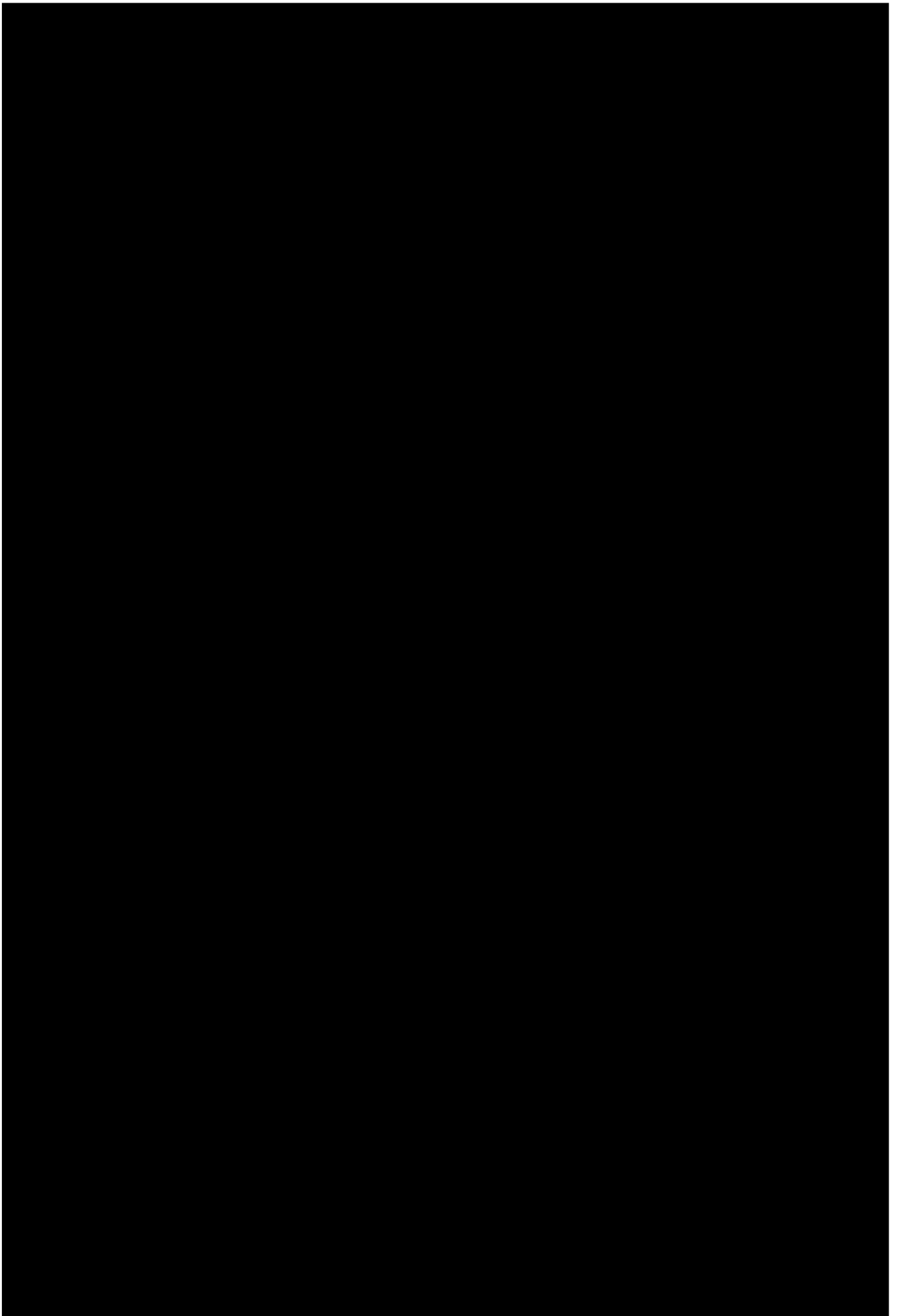
Licence a licenční podmínky

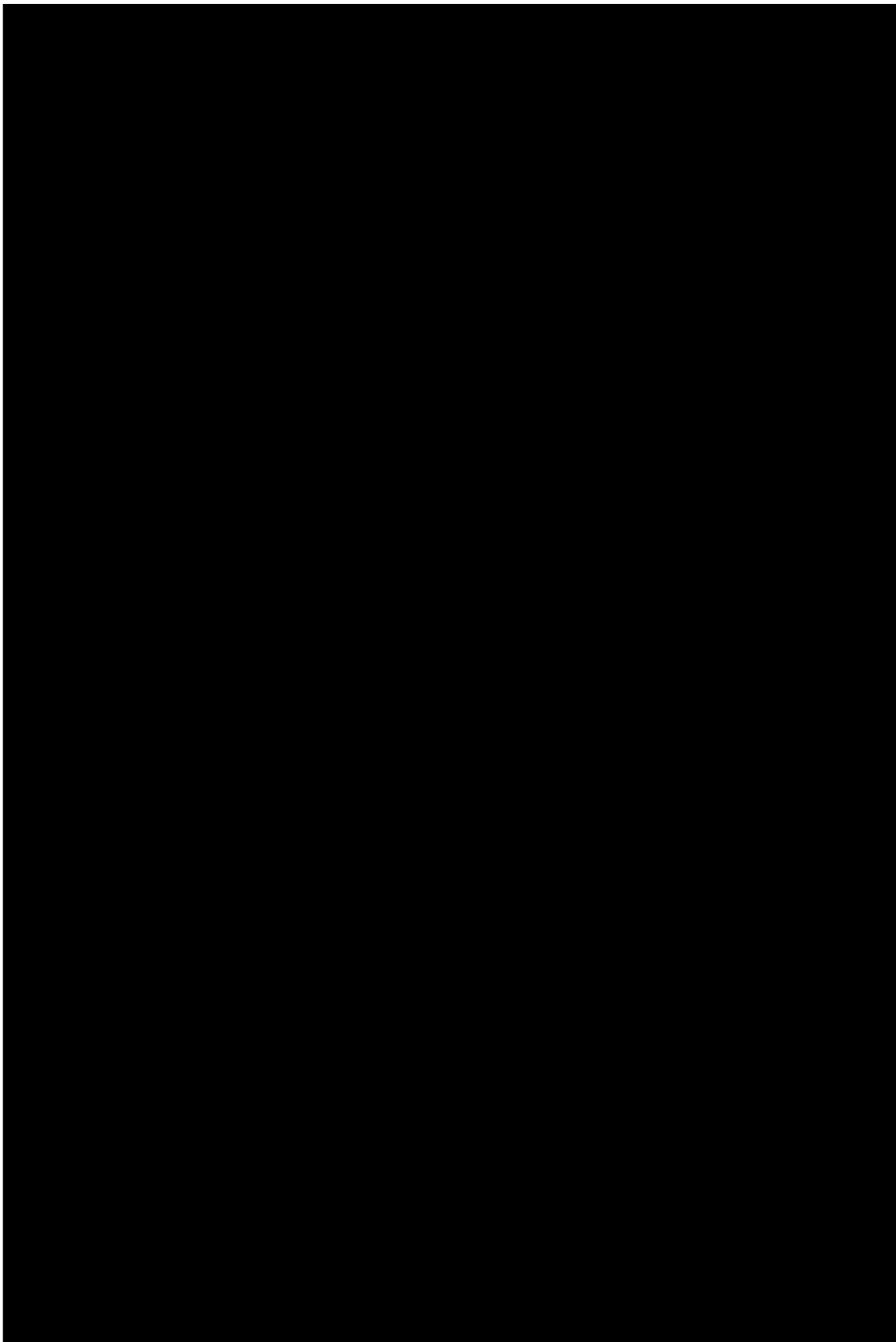
1. Open Source SW

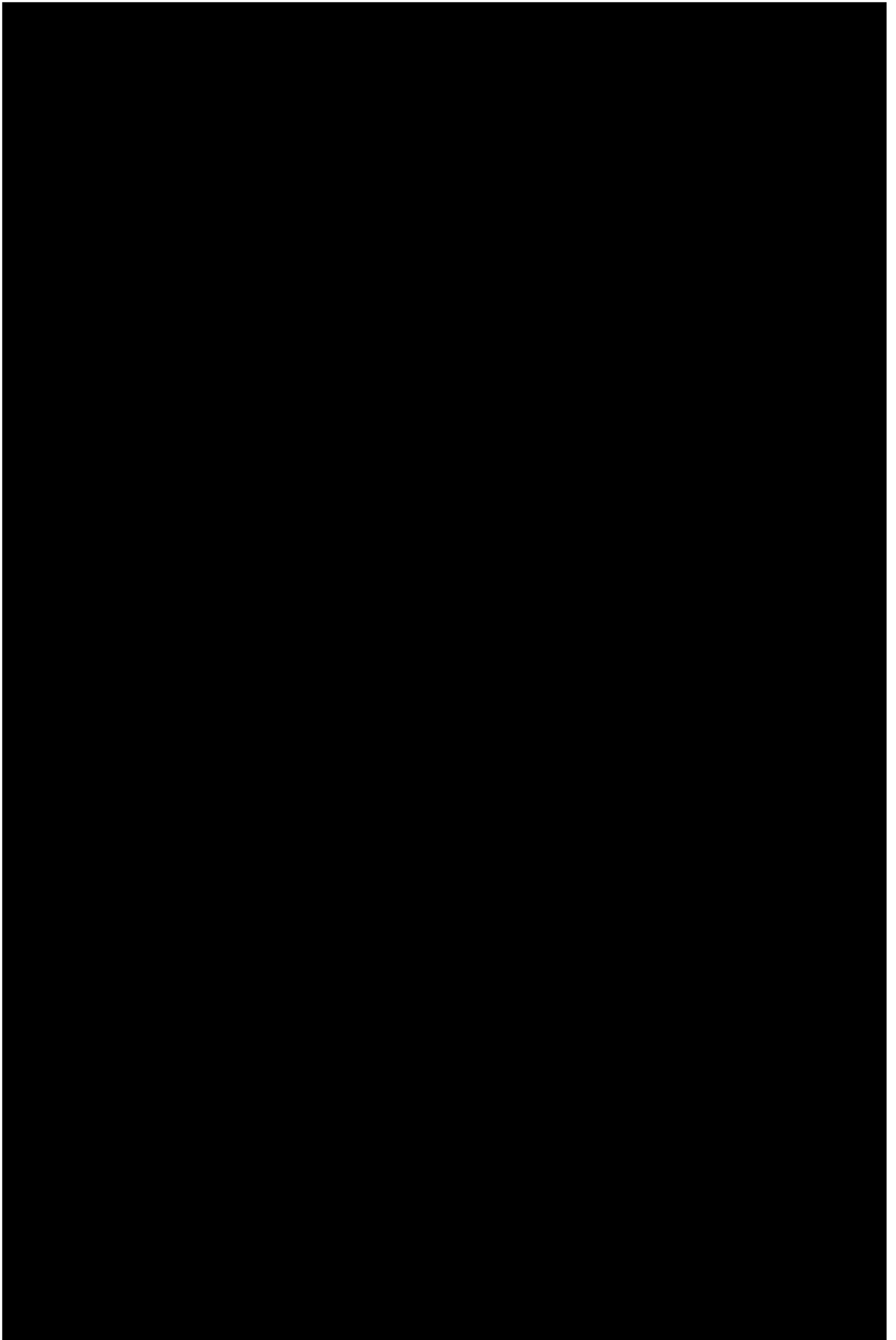


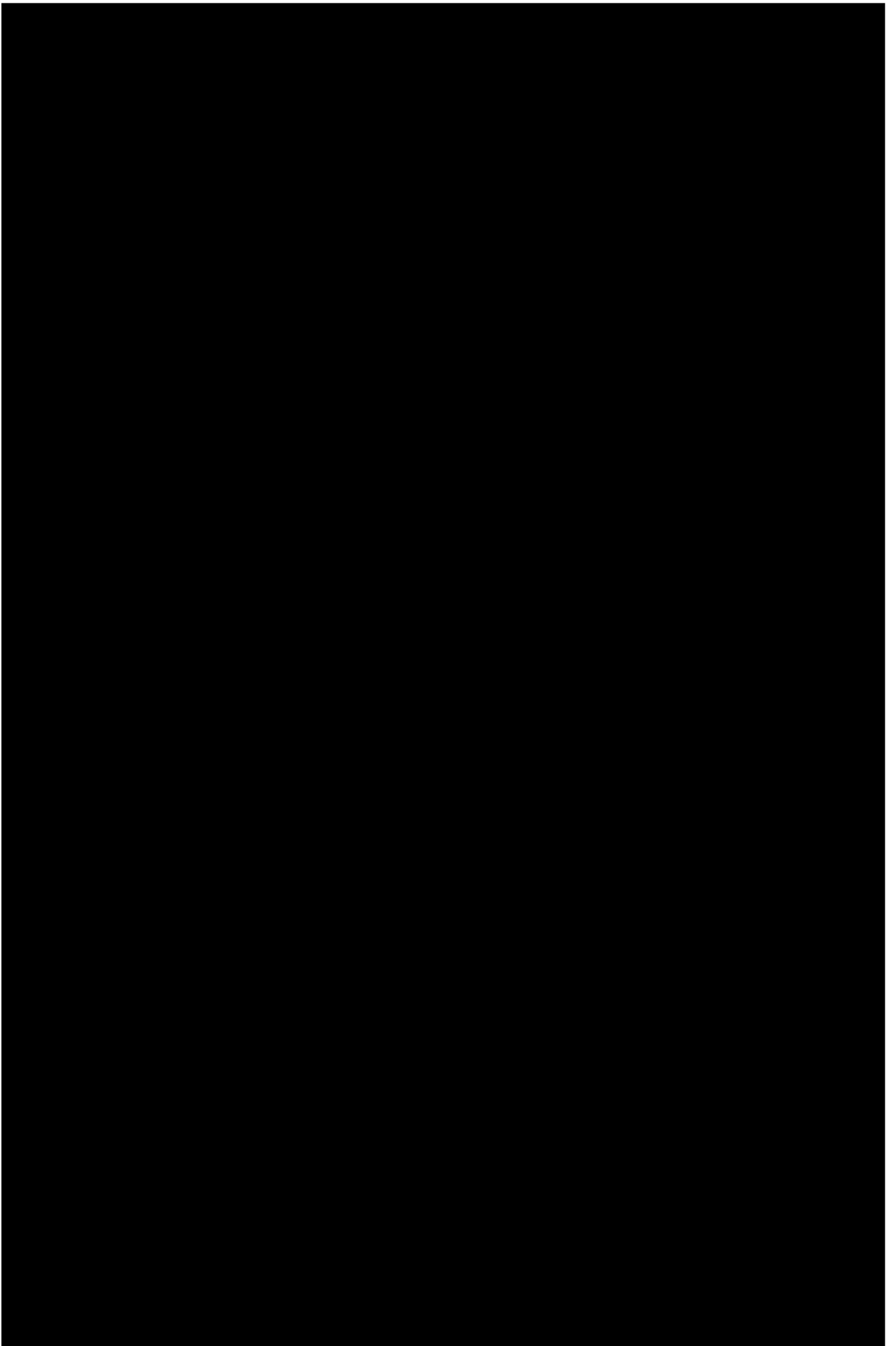


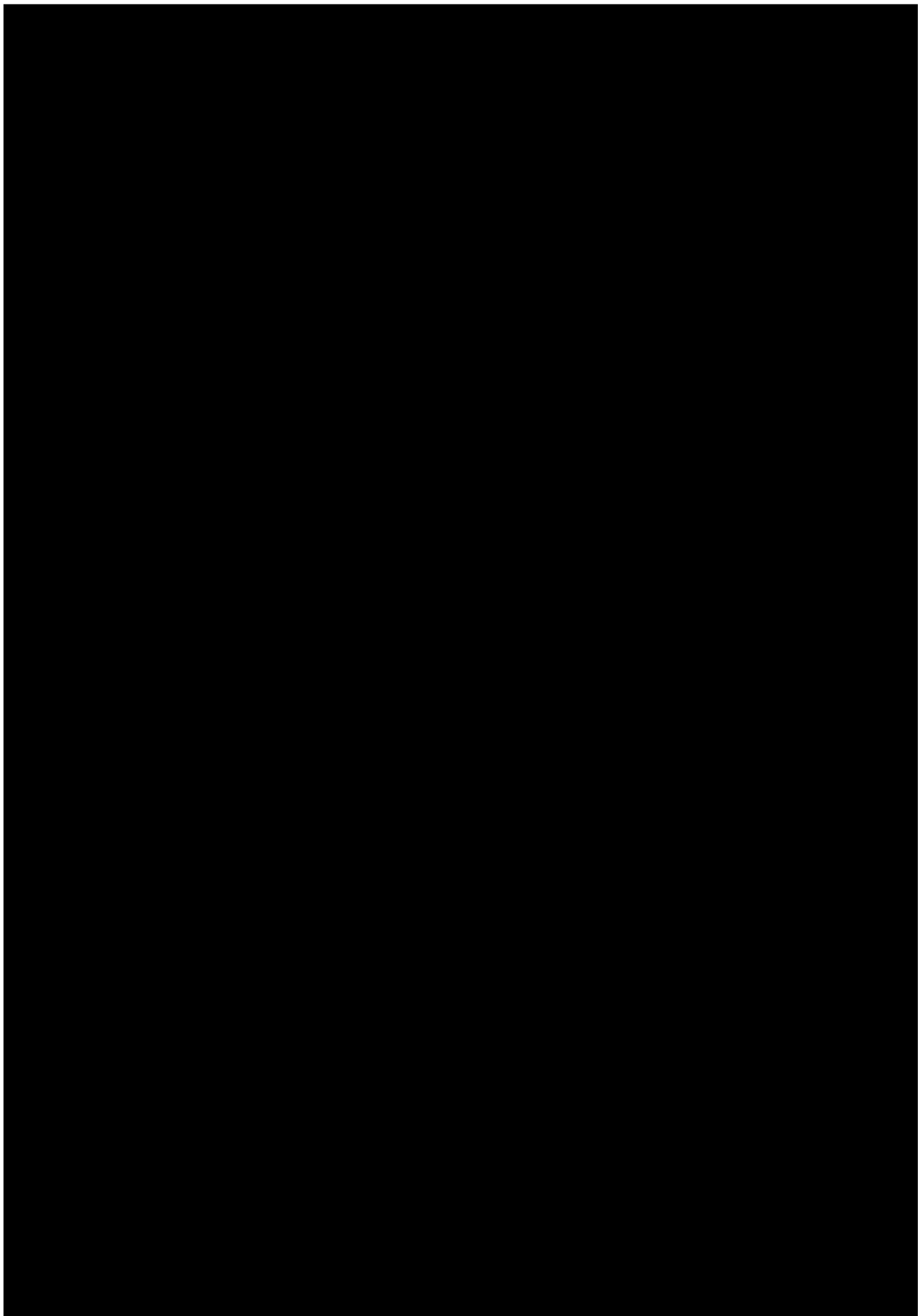


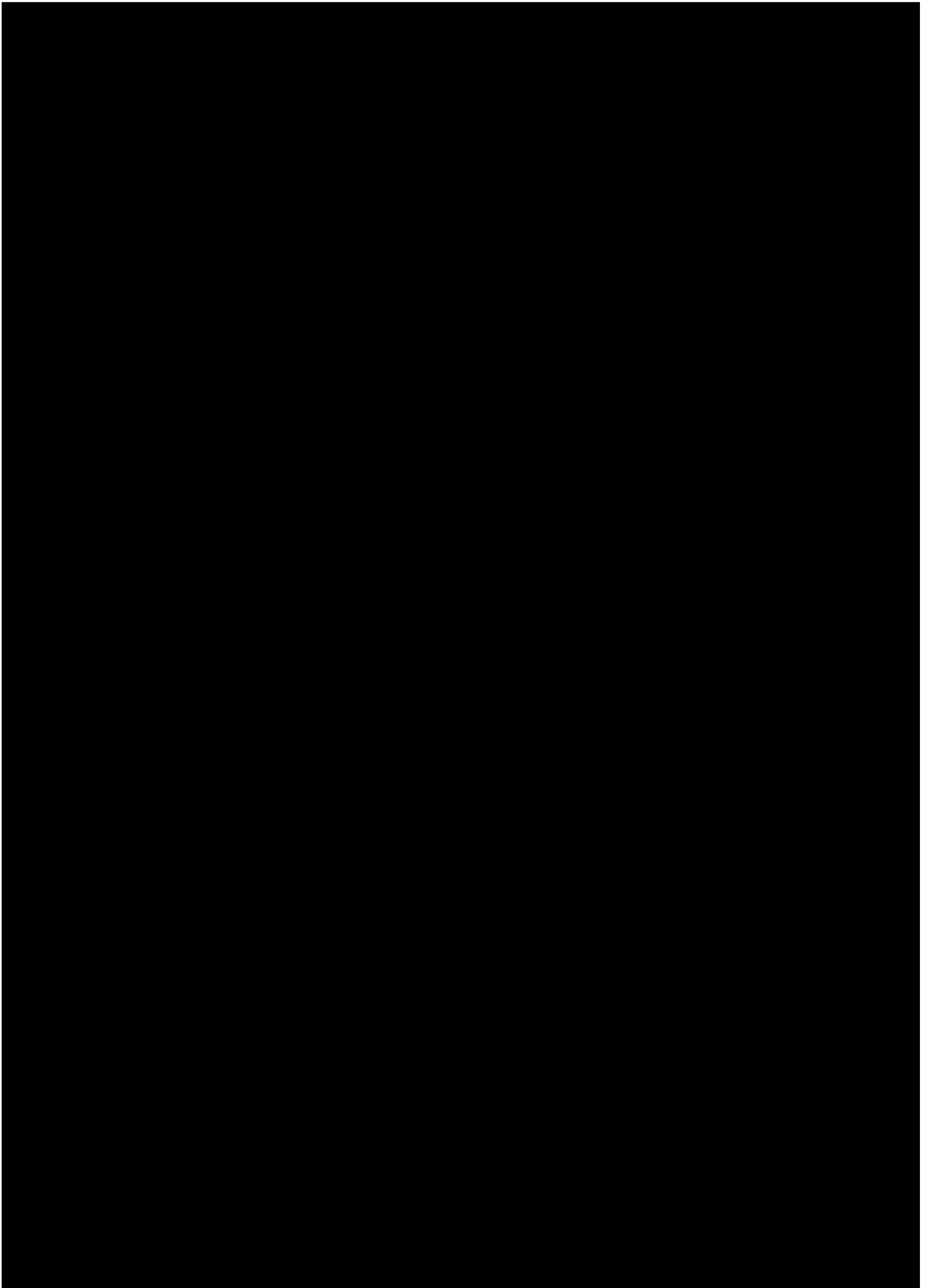


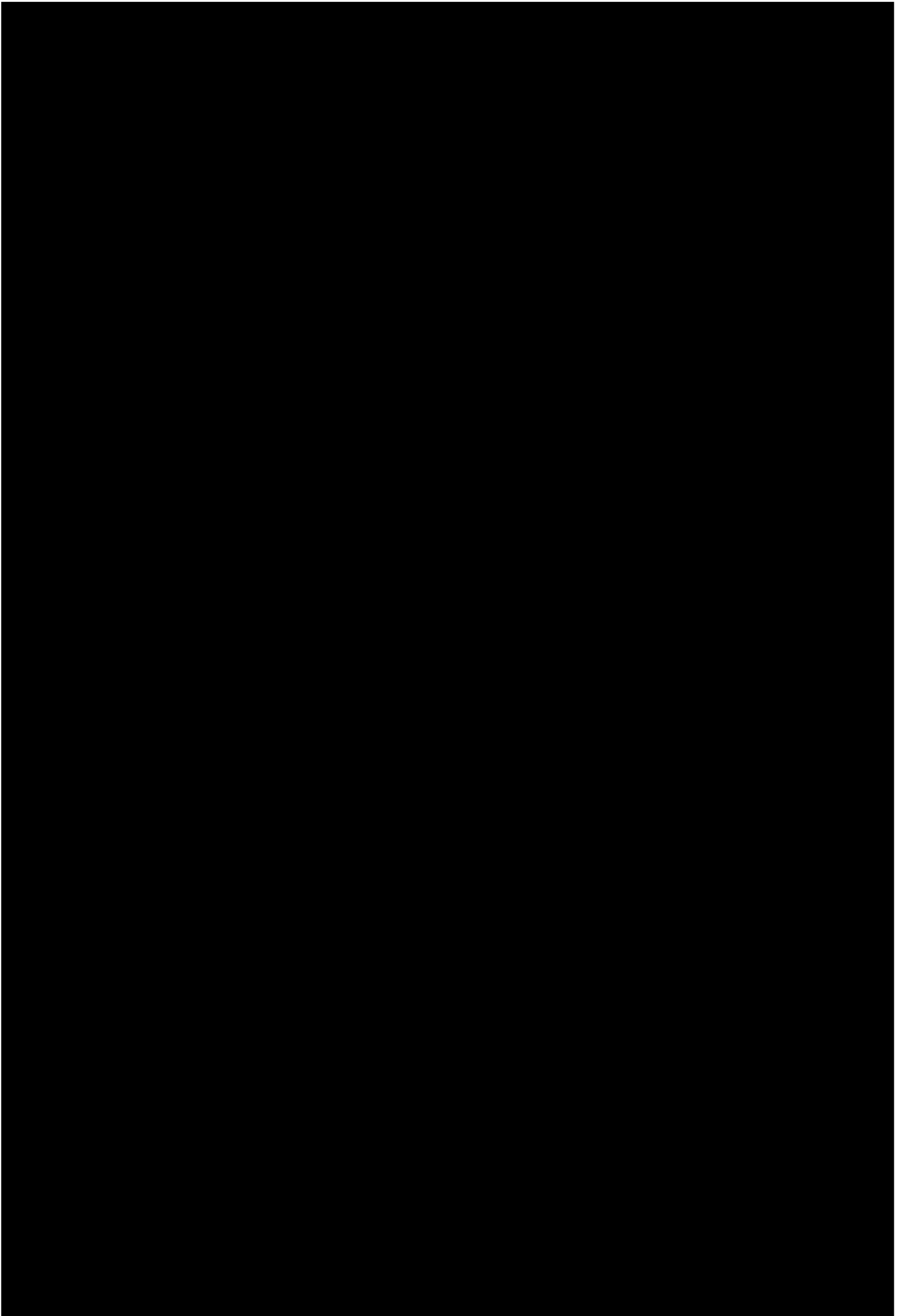


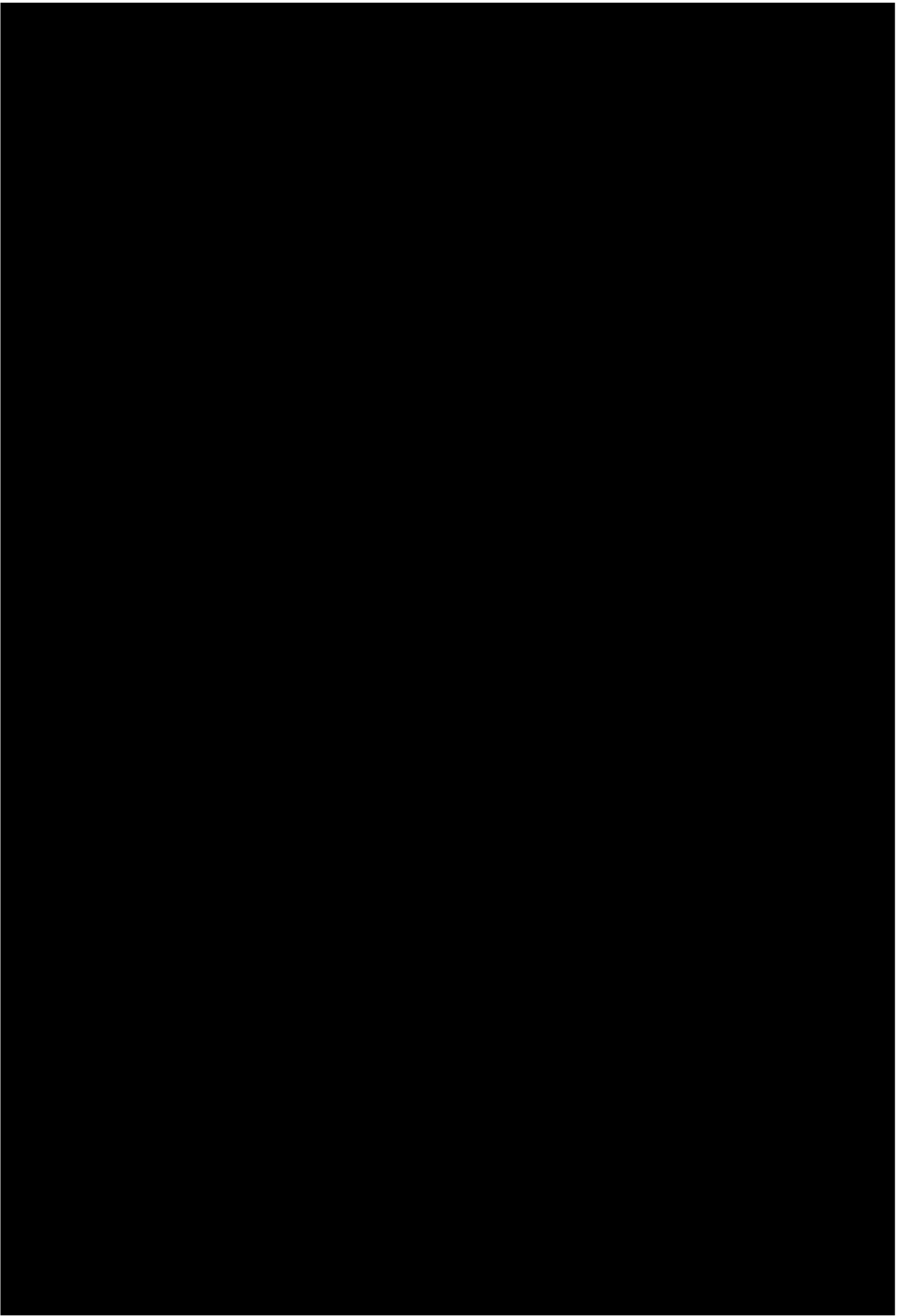


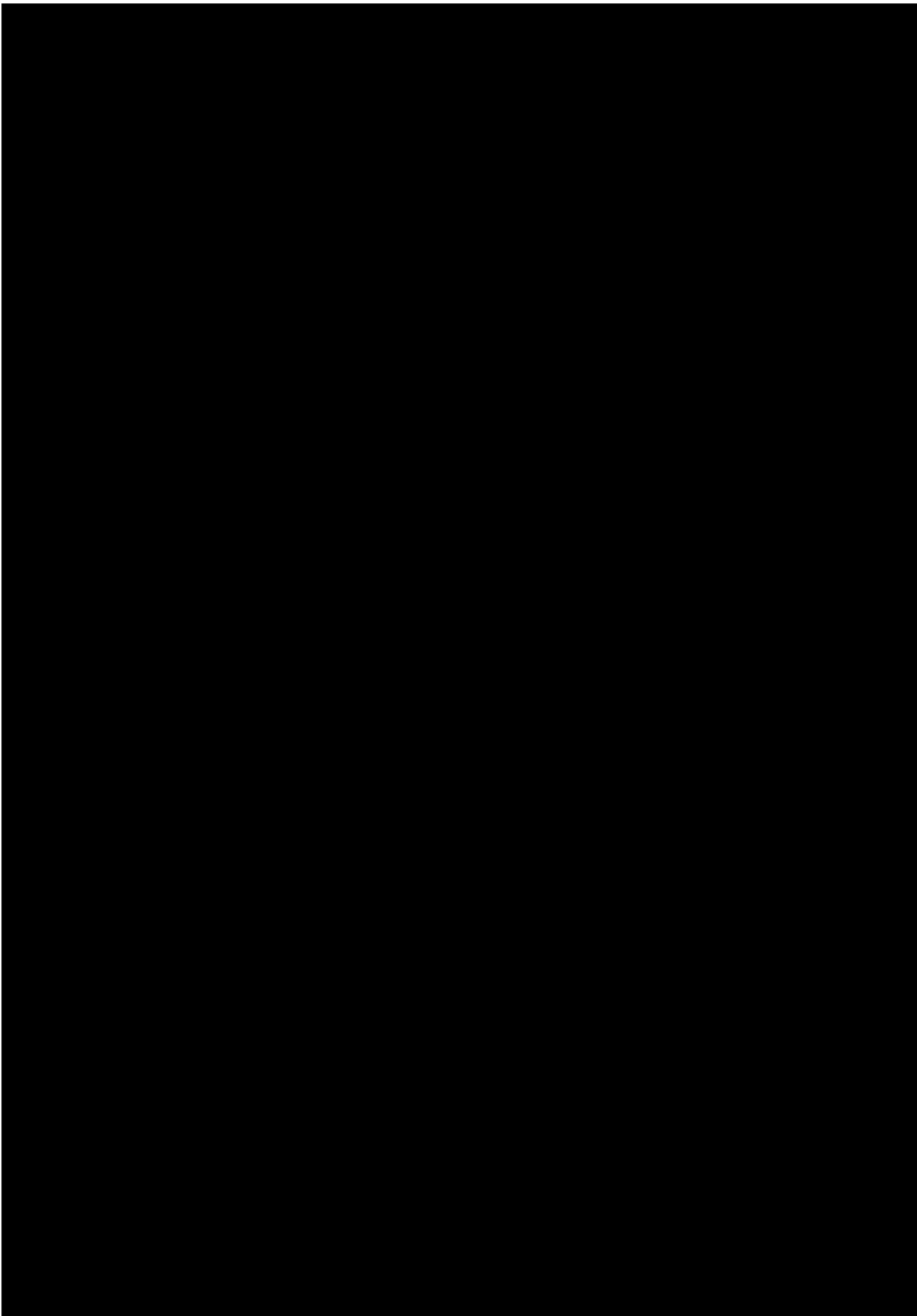


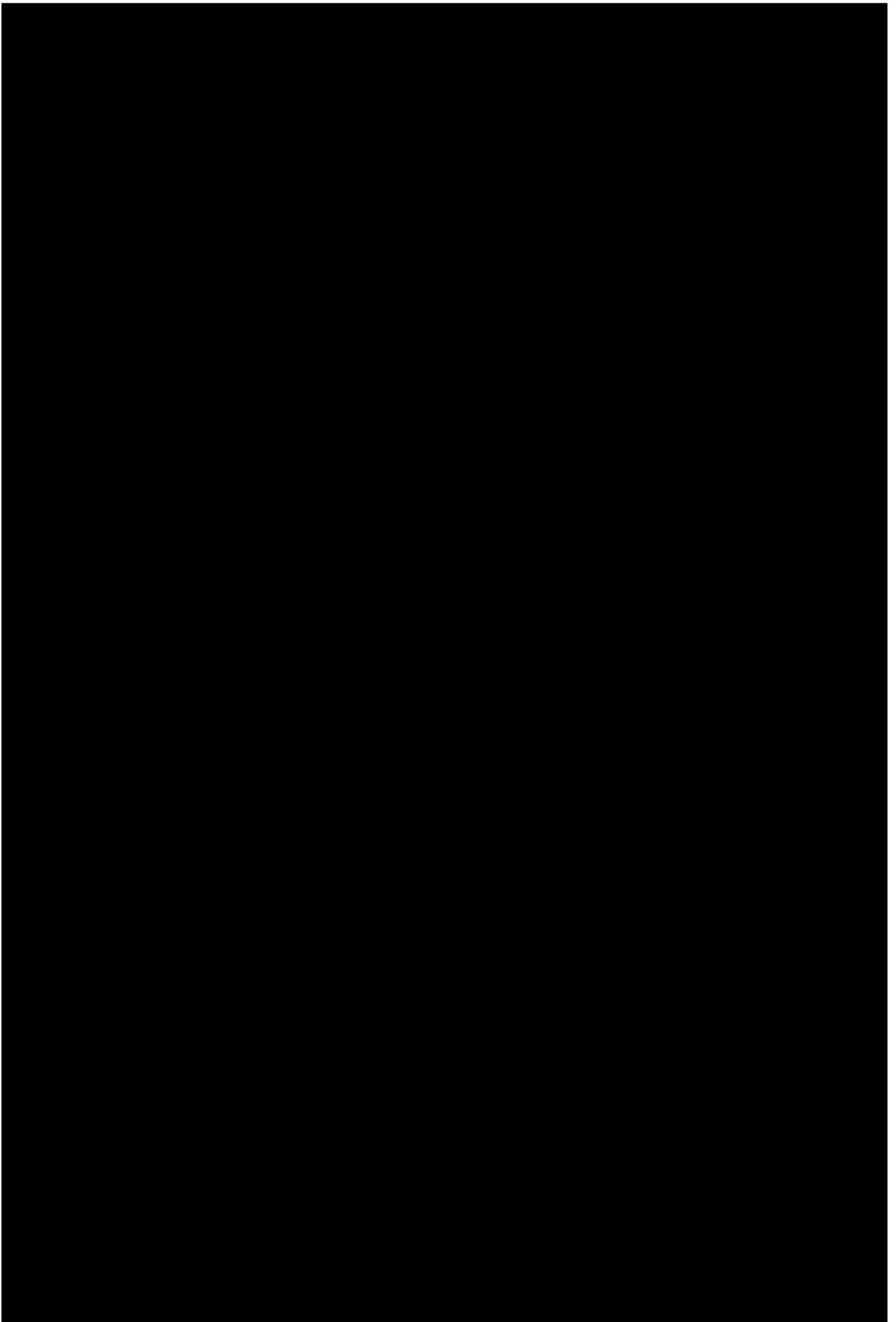


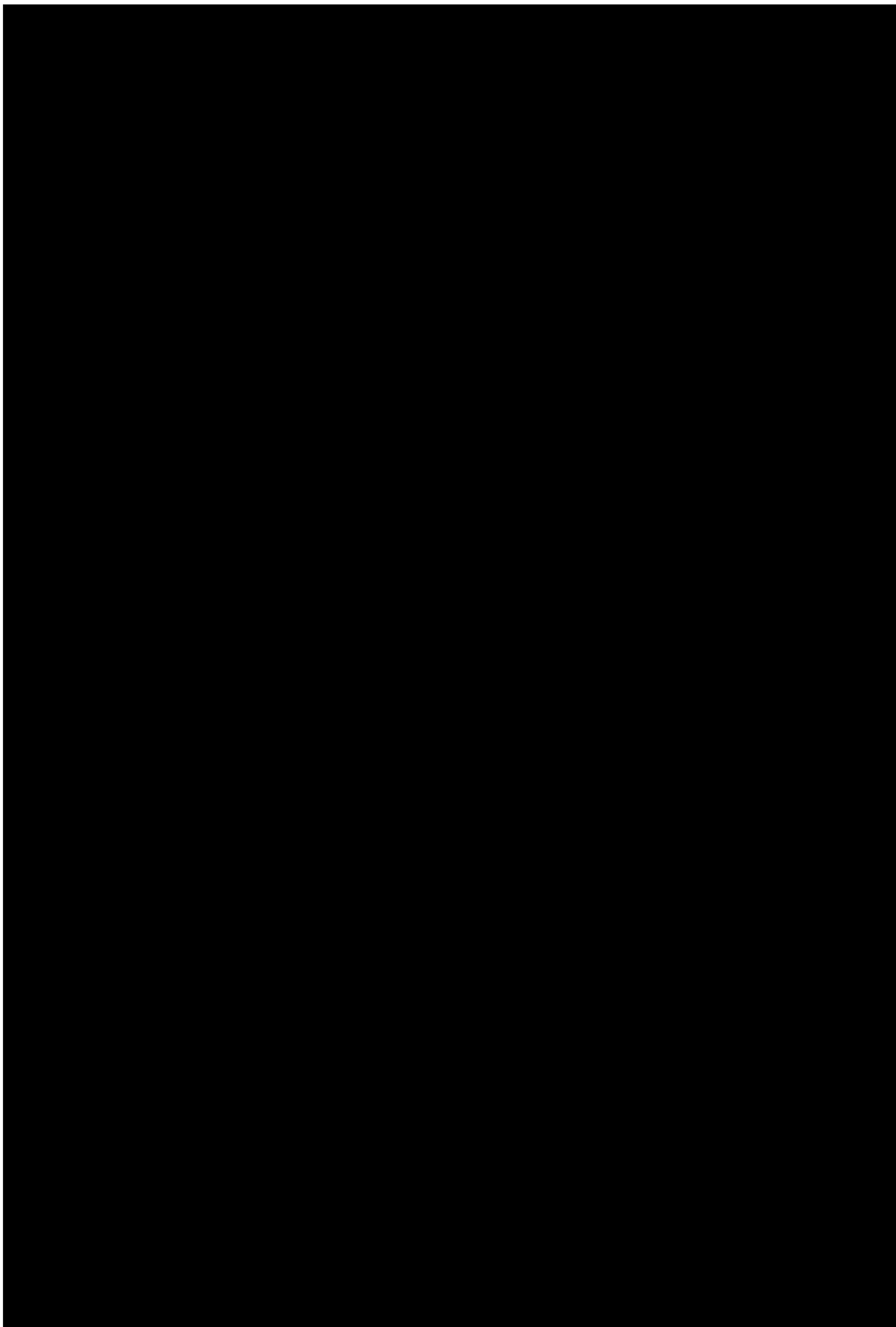


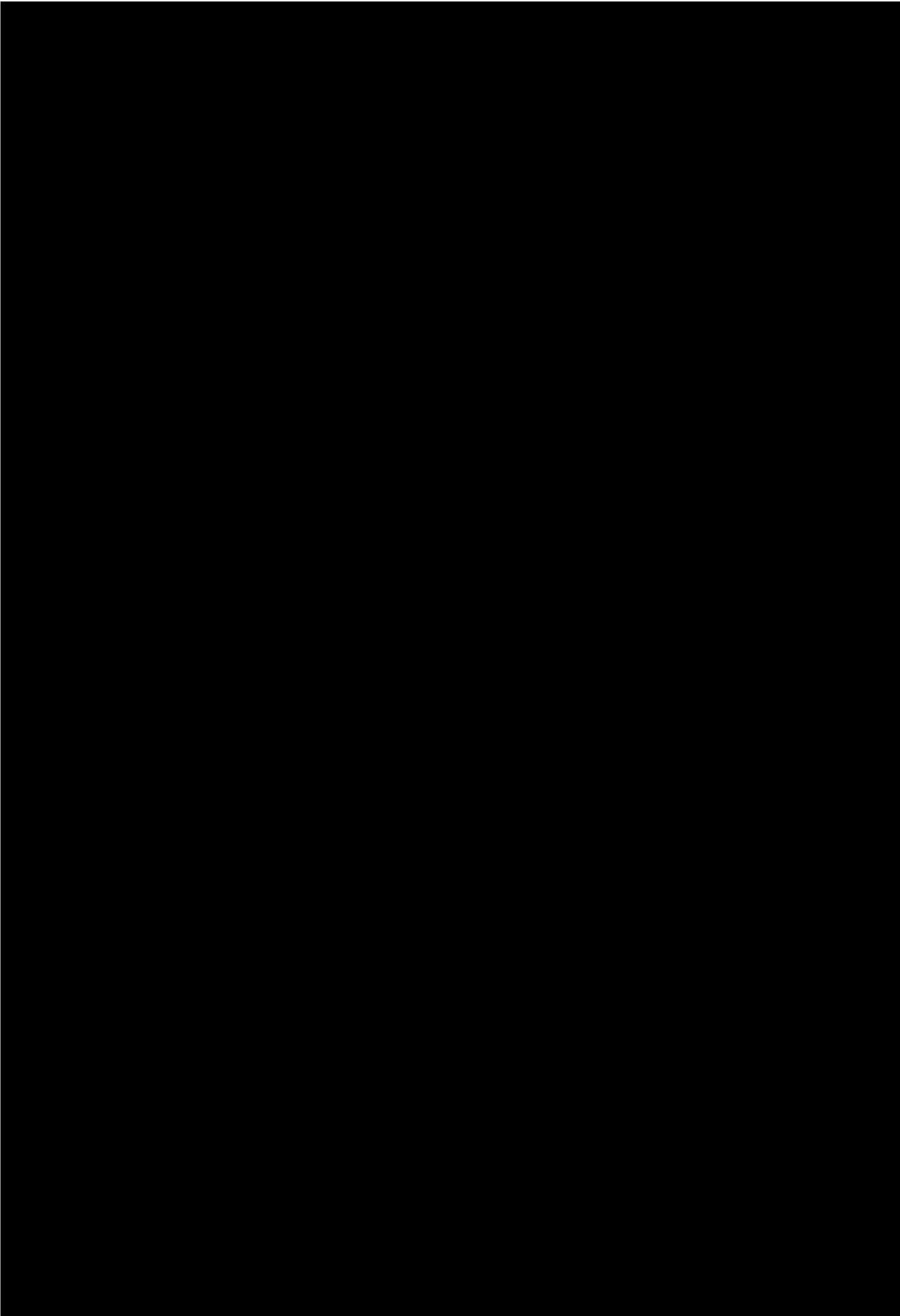


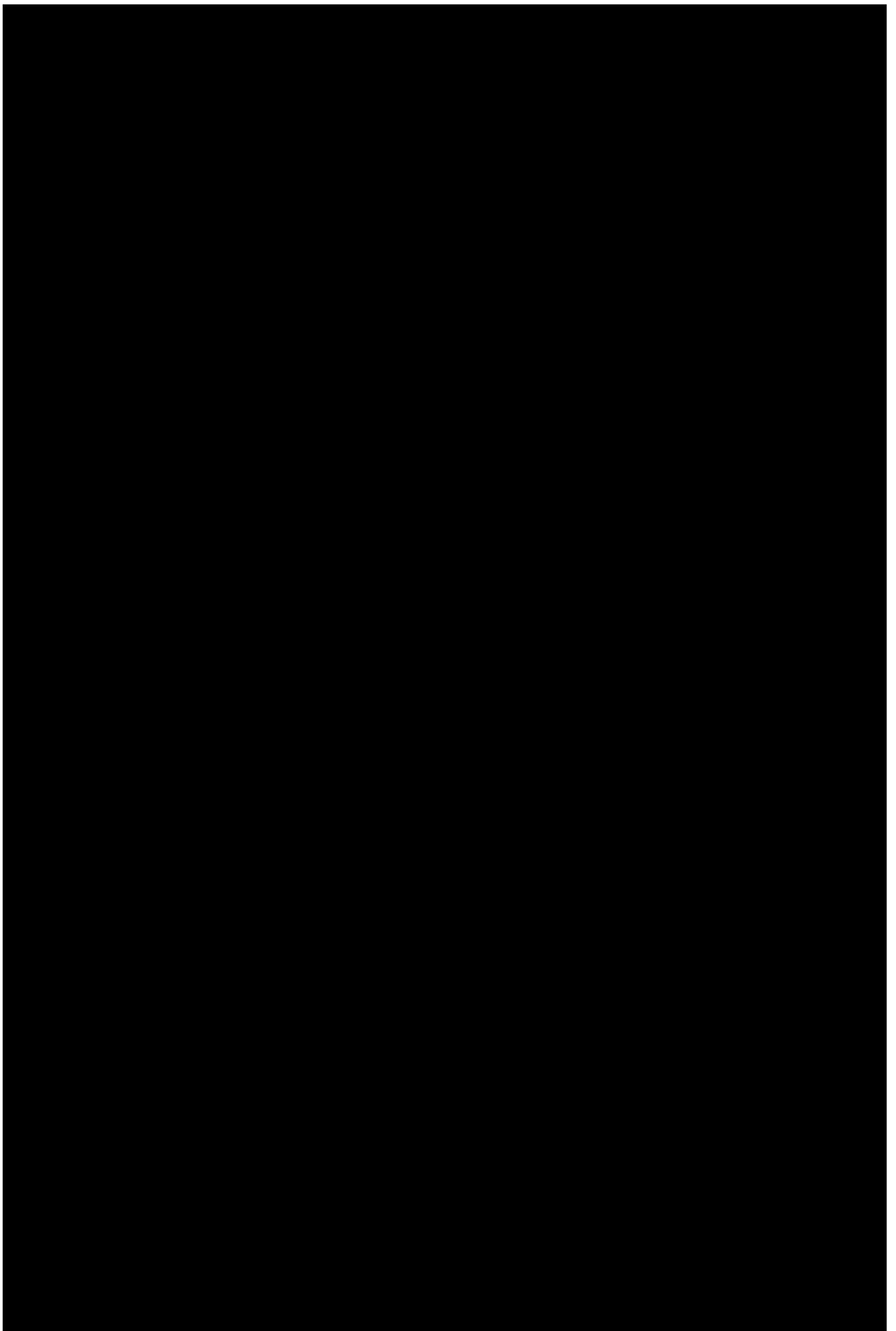


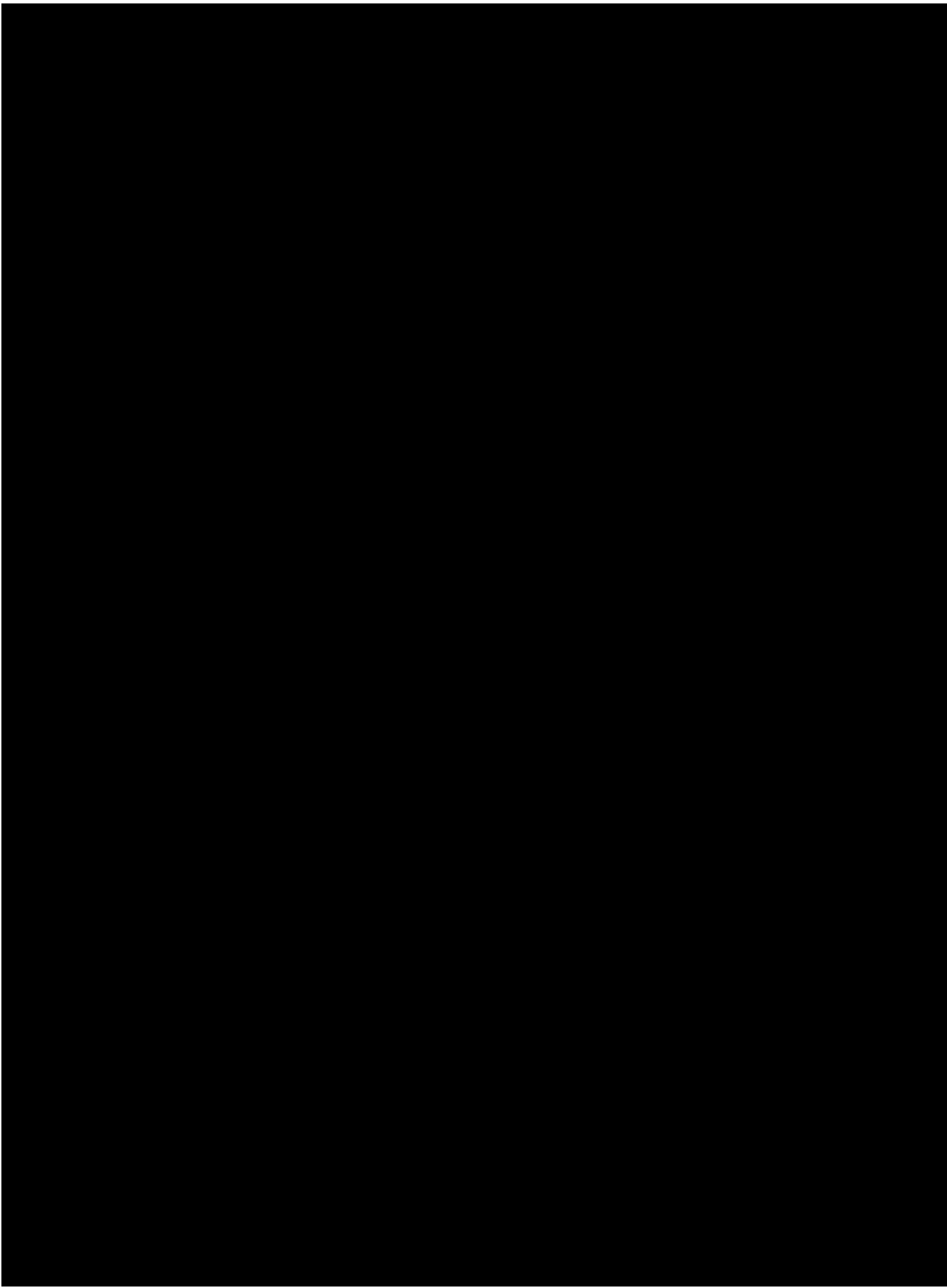












Příloha č. 5

Podmínky poskytování záruky

1. Záruka

- 1.1 K Dílu je poskytována záruka v rozsahu stanoveném v odst. 11.2 Smlouvy. Níže uvedená ustanovení upravují podmínky poskytování záruky.
- 1.2 Záruka je Dodavatelem poskytována v místě instalace Systému, a to jako pravidelný a reaktivní záruční servis. Záruku lze poskytovat též pro činnosti, které nevyžadují přítomnost na místě instalace Systému, a to vzdáleně prostředky vzdáleného přístupu. Činnosti, které vyžadují přítomnost na místě instalace Systému, zajišťuje Dodavatel. Záruku nelze poskytovat např. pouhým zasláním náhradního dílu a instrukcemi na jeho výměnu.
- 1.3 Dodavatel bude poskytovat jediné kontaktní místo pro hlášení vad a požadavků na servis všech dodaných systémů. Musí být zajištěna možnost hlášení vad 24 hodin denně (nonstop) a možnost vnést požadavek na servis v pracovní dny v době od 8:00 do 16:00 hodin.
- 1.4 Záruční servis (a to jak pravidelný, tak reaktivní) musí být prováděn takovým způsobem, aby byly minimalizovány dopady na provoz a dostupnost Systému. Záruční servis, který vyžaduje odstávku Systému, bude prováděn v termínu a v rozsahu odsouhlaseném Objednatelem. Objednatel poskytne k provádění záručního servisu součinnost v pracovní dny v době od 8:00 hod. do 16:00 hod. O výsledku provedení záručního servisu bude Objednatel Dodavatelem písemně informován.

2. Záruční servis – pravidelný

- 2.1 Pravidelný záruční servis zařízení Velkého clusteru zahrnuje zejména
 - záruční servisní práce a služby předepsané závaznou legislativou,
 - záruční servisní práce a služby předepsané výrobcem předmětného zařízení
 - poskytování a provádění aktualizací softwarového vybavení(dál jen „**Pravidelný servis**“).
 - 2.2 Pravidelný servis musí pokrývat servis a údržbu vyžadovanou záručními podmínkami zařízení a systémů. Pravidelný servis je realizován Pravidelnými servisními zásahy. Pravidelný servis musí být poskytován v místě instalace.
 - 2.3 Pravidelné servisní zásahy budou prováděny na základě harmonogramu, v časovém okně a v rozsahu odsouhlaseném Objednatelem, a to v pracovní dny v době od 8:00 do 16:00 hodin. O výsledku Pravidelného servisního zásahu bude Objednatel písemně informován.
 - 2.4 Harmonogram Pravidelných servisních zásahů bude určen na základě domluvy smluvních stran.
 - 2.5 Součástí Pravidelného servisu je také zajištění nových verzí dodaného software, dostupnost softwarových aktualizací a záplat. Objednateli bude po dobu záruky poskytnut Dodavatelem bezplatný přístup k novým verzím, k bezpečnostním záplatám a k aktualizacím programového vybavení systémů.
 - 2.6 Součástí Pravidelného servisu je rovněž provádění pravidelných aktualizací programového vybavení systémů a jeho nastavení Dodavatelem. Programovým vybavením systémů se rozumí veškeré dodané softwarové vybavení (firmware, ovladače hardware, operační systémy, softwarové stacky, aplikační software, management
-

software technologií atd.). Dodavatel je zavázán provádět zejména aktualizace, které jsou určeny ke zvýšení bezpečnosti, spolehlivosti, odstranění funkčních či výkonových nedostatků. Aktualizace určené k odstranění závažných problémů musí být prováděny dle jejich závažnosti bez zbytečných prodlení. Aktualizace programového vybavení musí být koordinovány s Objednatelem a jsou podmíněny jeho souhlasem.

- 2.7 **Veškeré náklady na Pravidelný servis (materiál, práce, doprava, likvidace odpadu apod.) jsou zahrnuty v ceně Díla dle odst. 12.1 Smlouvy.**

3. Záruční servis – reaktivní

- 3.1 Reaktivní záruční servis bude zajišťovat odstraňování vzniklých vad kategorie A, B a C definovaných v odst. 11.4 Smlouvy (dále jen „**Reaktivní servis**“).
- 3.2 Reaktivní servis bude poskytován na základě:
- Vady zjištěné vzdáleným monitoringem, pokud je tento poskytován – o takto zjištěných vadách bude Objednatel bezodkladně informován předem určeným způsobem. Servisní tým Dodavatele bude Objednatele informovat o dalším plánovaném průběhu servisních akcí.
 - Vady zjištěné přímo Objednatelem – takto zjištěné vady nahlásí Objednatel Dodavateli kdykoliv předem určeným způsobem. Hlášení musí obsahovat základní technické a kontaktní informace, obvykle: typ a identifikaci zařízení, popis závady, telefon a e-mail kontaktní osoby Objednatele.
- 3.3 Určení způsobu předávání informací reaktivního servisu bude nedílnou součástí provozní dokumentace.
- 3.4 **Pro vyloučení pochybností se uvádí, že cena za Reaktivní servis je zahrnuta v ceně Díla dle odst. 12.1 Smlouvy.**
-

Příloha č. 6
Oprávněné osoby

Za Objednatele:

ve věcech smluvních a ve věcech obchodních:

Jméno a příjmení
E-mail
Telefon

ve věcech technických a realizačních:

Jméno a příjmení
E-mail
Telefon

ve věcech záruky a odpovědnosti:

Jméno a příjmení
E-mail
Telefon

Za Dodavatele:

ve věcech smluvních a obchodních:

Jméno a příjmení
E-mail
Telefon

ve věcech technických a realizačních:

Jméno a příjmení
E-mail
Telefon

ve věcech záruky a odpovědnosti:

Jméno a příjmení
E-mail
Telefon

Příloha č. 7

Technické zadání Objednatele

Úvod

IT4Innovations národní superpočítačové centrum (dále jen „IT4Innovations“) poskytuje národní výzkumnou infrastrukturu v oblasti náročných výpočtů (HPC).

Výpočetní zdroje IT4Innovations jsou určeny pro řešení úloh ve výzkumu a vývoji, především pro akademická pracoviště a další výzkumné instituce v ČR, část kapacity je pak dedikována pro rozvoj spolupráce mezi akademickou sférou a průmyslovými partnery nebo pro samostatné využití průmyslovými podniky.

IT4Innovations je členem národní velké výzkumné infrastruktury e-INFRA CZ.

Záměr zadavatele

Záměrem zadavatele je modernizace a posílení kapacit výpočetní infrastruktury superpočítačového centra IT4Innovations.

Velký cluster III bude provozován IT4Innovations a bude využíván k poskytování služeb v oblasti náročných výpočtů a umělé inteligence.

Velký cluster III bude umístěn a provozován v datovém centru zadavatele, které se nachází v budově IT4Innovations, v areálu Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava.

Záměr zadavatele byl podrobně diskutován v rámci předběžné tržní konzultace.

Předmět zakázky

Předmětem veřejné zakázky „Velký cluster III“ je dodávka komplexního řešení systému pro náročné výpočty (High Performance Computing) a umělou inteligenci, tj. komplexu výpočetních, úložných, síťových a dalších systémů, softwarového řešení, včetně implementace, integrace do datového centra zadavatele, školení, servisních a dalších služeb.

Legenda

V následujícím textu jsou uváděny následující značky:

SPEC_číslo označuje pro snazší identifikaci jednotlivé požadavky zadavatele veřejné zakázky.

SPEC_číslo (I) označuje požadavek zadavatele veřejné zakázky na informaci, kterou dodavatel musí uvést v nabídce.

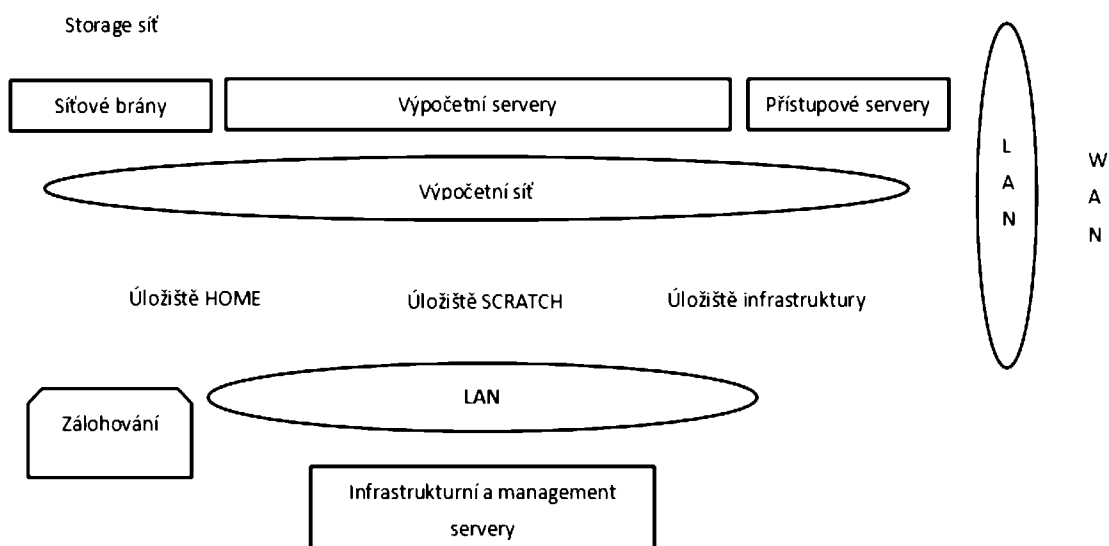
Velký cluster

Obecné požadavky

- SPEC_1 Zadavatel požaduje dodávku komplexního řešení výpočetního systému určeného pro náročné výpočty (High Performance Computing) a umělou inteligenci, tj. komplexu výpočetních, úložných, síťových a dalších systémů, softwarového řešení, včetně implementace a integrace do datového centra zadavatele (dále označované též jako „řešení“, „Velký cluster“ nebo „superpočítač“).
- SPEC_2 Řešení musí umožňovat efektivní provádění mnoha současných výpočetních úloh všech fází životního cyklu úloh (příprava, výpočet, zpracování výsledků) různého typu (zejména paralelní, ale rovněž sériové; dávkové, interaktivní) mnoha uživatelů, bezpečné uložení dat uživatelů a rychlý přístup k datům, efektivní správu systému, komponent, zdrojů a služeb.
-

- SPEC_3 Řešení musí poskytovat výkonné výpočetní zdroje, které jsou dobře přístupné a využitelné uživateli systému a jejich úlohami. Řešení musí zajišťovat vlastnosti, služby a funkce potřebné pro efektivní provoz a efektivní správu systému zadavatelem. Řešení musí být vyvážené, parametry a vazby jednotlivých subsystémů musí zohledňovat ostatní subsystémy.
- SPEC_4 Nabídka musí obsahovat veškeré systémy, zařízení, komponenty, příslušenství, licence, dokumentace, projektové, implementační a další práce, školení atd. nezbytné k naplnění požadavků zadavatele.
- SPEC_5 Řešení musí respektovat dispozice a omezení vyplývající z prostředí a podmínek zadavatele.
- SPEC_6 Řešení musí komplexně (jako celek) splňovat požadavky zadavatele. Požadovaná funkcionality a vlastnosti musí být reálně funkční a použitelné v provozu řešení, požadované parametry musí být reálně dosažitelné. Splnění požadavků zadavatele nesmí být nijak podmíněno. Je nepřípustné, aby plnění požadavků zadavatele bylo postaveno pouze na funkcionalitě, vlastnostech či parametrech dílčích komponent a řešení jako celek požadavky zadavatele nespĺňovalo.
- SPEC_7 Funkcionality, vlastnosti a parametry řešení musí být uvedeny pro nabízenou/dodávanou konfiguraci určenou k běžnému, trvalému provozu.
- SPEC_8 Řešení musí splňovat všechny technické požadavky zadavatele současně. Všechny požadované vlastnosti, funkcionality a parametry musí být dosaženo při použití jednoho, produkčního nastavení všech komponent řešení. Splnění požadavku nesmí být podmíněno změnou nastavení nebo změnou zapojení komponent.
- SPEC_9 Řešení nesmí obsahovat omezení, která by zabraňovala či omezovala užití Velkého clusteru zadavatelem v požadovaném, nebo racionálním rozsahu. Velký cluster je určen pro přibližně tři tisíce uživatelů.
- SPEC_10 Řešení musí být v maximální míře autonomní, nezávislé na externích systémech a službách, soběstačné bez potřeby dalších zařízení, systémů či služeb.
- SPEC_11 Řešení musí být navrženo, dimenzováno a implementováno tak, aby zajistilo spolehlivý, bezpečný, výkonný a efektivní provoz v datovém centru zadavatele.
- SPEC_12 Dodávka musí obsahovat veškerá zařízení potřebná pro zajištění požadované funkcionality, pro zajištění požadovaného výkonu a pro efektivní provoz – a to i taková, která nejsou explicitně uvedena v tomto dokumentu.
- SPEC_13 Dodávka musí obsahovat veškeré potřebné softwarové vybavení a licence.
- SPEC_14 Dodavatel nesmí pro realizaci používat zařízení, systémy, infrastrukturu či služby zadavatele, pokud toto není explicitně uvedeno v tomto dokumentu, a to pouze k účelu a v rozsahu uvedeném v tomto dokumentu.
-

Orientační schéma Velkého clusteru



Orientační schéma Velkého clusteru je pouze zjednodušené ilustrativní znázornění Velkého clusteru, nejedná se o úplné či přesné zapojení. Modré objekty představují komponenty, které jsou předmětem dodávky, oranžové objekty představují stávající infrastrukturu zadavatele.

Komponenty Velkého clusteru

- SPEC_15 Velký cluster musí obsahovat *Výpočetní cluster*. Výpočetní cluster je tvořen *Výpočetními servery* propojenými *Výpočetní sítí* – vysokorychlostní sítí s nízkou latencí. Výpočetní cluster je určen pro provádění výpočetních úloh uživatelů.
- SPEC_16 Výpočetní servery tvoří jeden typ serverů tzv. *Akcelerované výpočetní servery*.
- SPEC_17 Velký cluster musí obsahovat *Přístupové servery* – servery sloužící pro přístup uživatelů, pro přípravu úloh a dat, kompilaci a ladění kódů, pro zpracování výsledků a pro přenos dat.
- SPEC_18 Velký cluster musí obsahovat *Úložiště*. Úložiště slouží k ukládání a sdílení dat. Úložiště jsou realizována jako komplexní řešení úložných zařízení, I/O serverů (např. souborových serverů), sítí a potřebného softwarového vybavení. Úložiště musí poskytovat požadované datové služby.
- SPEC_19 Velký cluster musí obsahovat *Úložiště HOME*, *Úložiště SCRATCH* a *Úložiště infrastruktury*.
- SPEC_20 Velký cluster musí obsahovat *Úložiště HOME*. *Úložiště HOME* je souborové úložiště, které je určeno pro ukládání nastavení operačního systému a aplikací uživatelů na superpočítači.
- SPEC_21 Velký cluster musí obsahovat *Úložiště SCRATCH*. *Úložiště SCRATCH* je výkonné souborové úložiště, které je určeno pro krátkodobá data uživatelů pro výpočty a zpracování úloh, data jsou intenzivně používaná výpočetními servery superpočítače.

- SPEC_22 Velký cluster musí obsahovat *Úložiště infrastruktury*. *Úložiště infrastruktury* je souborové úložiště, které je určeno pro ukládání a sdílení dat infrastruktury superpočítače. Úložiště slouží pro uložení systémových obrazů (image) serverů, dat, aplikačního vybavení atp.
- SPEC_23 Velký cluster musí obsahovat infrastrukturní a management servery dále označované stručně jako *Infrastrukturní servery*. Infrastrukturní servery jsou určeny pro správu superpočítače, zdrojů, úloh, licencí a poskytování infrastrukturních služeb (např. DHCP, DNS, LDAP, licenční servery, plánovače, monitoring, logování atd.).
- SPEC_24 Velký cluster musí obsahovat řešení zálohování dat tzv. *Zálohování*.
- SPEC_25 Velký cluster musí obsahovat *Síťovou infrastrukturu*, tj. síťové propojení komponent, systémů tak, aby bylo dosaženo požadované funkcionality, byl zajištěn přístup na jednotlivé služby, byl zajištěn výkon, dostupnost a bezpečnost služeb.
- SPEC_26 Síťovou infrastrukturu tvoří zejména *Výpočetní síť*, *LAN síť*, *Integrace do WAN sítě zadavatele*, *Integrace do storage sítě zadavatele* a případně další sítě dle návrhu dodavatele. *Výpočetní síť* propojuje výpočetní servery, přístupové servery, je použita pro zpřístupnění některých úložišť. *LAN síť* zajišťuje komunikaci mezi zařízeními uvnitř superpočítače, slouží ke správě systému, poskytování infrastrukturních služeb atp. *Integrace do WAN sítě zadavatele* zajišťuje propojení do WAN sítě zadavatele a zprostředkované služby internetu v superpočítači. *Integrace do storage sítě zadavatele* zajišťuje propojení do storage sítě zadavatele, kde jsou připojena centralizovaná úložiště zadavatele (např. úložiště PROJECT), tak aby byla zajištěna dostupnost úložišť na uzlech superpočítače. Integrace je realizována *Síťovými branami* realizujícími propojení storage sítě zadavatele a *Výpočetní sítě* clusteru.
- SPEC_27 Velký cluster musí obsahovat řešení a infrastrukturu pro instalaci a provoz superpočítače v datovém centru zadavatele (dále označováno jako *Infrastruktura pro provoz v datovém centru*), tj. zejména racky a příslušenství potřebné pro umístění zařízení superpočítače, řešení napájení a chlazení zařízení superpočítače, rozhraní a napojení na infrastrukturu datového centra zadavatele.
- SPEC_28 Velký cluster musí obsahovat veškeré potřebné softwarové vybavení a licence (*Software*).
- SPEC_29 Kromě uvedených komponent, které jsou nutnou součástí řešení, musí řešení obsahovat všechny další systémy potřebné pro zajištění požadované funkcionality a pro efektivní provoz Velkého clusteru.

Výpočetní cluster

Výpočetní výkon LINPACK

- SPEC_30 Výpočetní výkon LINPACK výpočetního clusteru musí být minimálně **5 PFlop/s**.
- SPEC_31 Pro měření výpočetního výkonu Výpočetního clusteru musí být použit benchmark High Performance LINPACK <http://www.netlib.org/benchmark/hpl/>
- SPEC_32 Výpočetní výkon LINPACK výpočetního clusteru bude určen během výpočetního benchmarku High Performance LINPACK spuštěným paralelně nad všemi GPU všech Akcelerovaných výpočetních serverů Výpočetního clusteru jedna instance benchmarku na celém clusteru). Pro výpočet se použije standardní číselný formát FP64.
-

- SPEC_33 Pro realizaci měření není nutno použít referenční implementaci benchmarku LINPACK, lze použít optimalizovanou implementaci benchmarku. Použitá implementace benchmarku však musí zcela splňovat specifikaci benchmarku. Optimalizace překladu zdrojového kódu a optimalizace běhu benchmarku je možná za předpokladu, že negativně neovlivní správnost provedení benchmark – tj. zejména, že budou reálně provedeny výpočty v požadovaném rozsahu a že budou správně určeny časy běhu a výsledky měření.
- SPEC_34 Hodnota výpočetního výkonu LINPACK výpočetního clusteru (stejně tak jako další hodnoty v nabídce) musí být uvedeny pro nabízenou/dodávanou konfiguraci určenou k běžnému provozu. Dosažení hodnot výpočetních výkonů nesmí být nijak podmíněno např. specifickým režimem, ve kterém nelze systém dlouhodobě a bez dalších omezení provozovat nebo předpokládanou efektivitou, jejíž dosažení však dodavatel negarantuje.
- SPEC_35 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést výpočetní výkon LINPACK výpočetního clusteru určený dle požadavků v této kapitole.

Výpočetní servery

- SPEC_36 Každý Výpočetní server musí splňovat následující požadavky
- Fyzický server
 - Připojení do Výpočetní sítě
 - Připojení do LAN sítě
 - Podpora bootu operačního systému ze sítě
 - 64-bitový operační systém Linux
- SPEC_37 Operační paměť RAM musí být rovnoměrně rozložena (kapacitou a rychlostí přístupu) na procesory a CPU jádra výpočetního serveru. Operační paměť RAM musí být složena z paměťových modulů stejného typu (velikost, rank, atd.) a rovnoměrně, se stejnou konfigurací rozložena na paměťové řadiče a na paměťové kanály výpočetního serveru. Musí být použity všechny paměťové kanály všech procesorů serveru.
- SPEC_38 Výpočetní servery jsou určeny výhradně pro výpočty, dodavatel nesmí využít žádný Výpočetní server pro zajištění jiné funkcionality.

Akcelerované výpočetní servery

- SPEC_39 Každý Akcelerovaný výpočetní server musí splňovat následující požadavky:
- Architektura **x86-64** nebo **ARM64**
 - Minimálně dva procesory na server
 - Kapacita operační paměti RAM serveru minimálně 190GiB krát počet GPU serveru
 - Operační paměť RAM serveru typu
 - DDR5 s rychlostí min. 6400MT/s s ECC, nebo
 - LPDDR5X s ECC
 - Připojení serveru do LAN sítě rychlostí minimálně 1Gb/s
 - Připojení serveru do Výpočetní sítě
- SPEC_40 Každý Akcelerovaný výpočetní server musí obsahovat **minimálně čtyři GPU** akcelerátory shodného typu. GPU akcelerátory musí být rovnoměrně připojeny na instalovaná CPU.
- SPEC_41 Každý GPU akcelerátor Akcelerovaných výpočetních serverů musí poskytovat:
1. minimálně **160GB** paměti HBM
 2. výpočetní výkon LINPACK v FP64 (Rmax) minimálně 30 TFlop/s
-

- SPEC_42 Každý Akcelerovaný výpočetní server musí být připojen do Výpočetní sítě alespoň dvěma síťovými adaptéry, s celkovou/agregovanou rychlostí minimálně 200Gb/s krát počet GPU akceleratorů serveru. Síťové adaptéry musí být rovnoměrně připojeny na instalovaná CPU.
- SPEC_43 Všechny Akcelerované výpočetní servery musí mít shodnou hardwarovou konfiguraci a musí pracovat ve shodném provozním nastavení (frekvence, časování, nastavení vlastností).
- SPEC_44 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést hardwarovou platformu řešení, detailní konfiguraci Výpočetních serverů včetně označení typu procesorů a GPU.
- SPEC_45 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést přesné označení a verzi operačního systému.

Výpočetní síť

- SPEC_46 Výpočetní síť musí používat technologii s propustností spoje minimálně **200Gb/s** a s latencí spoje maximálně 10 mikrosekund. Připojení zařízení do výpočetní sítě a uvnitř výpočetní sítě musí splňovat požadavky na spoje uvedené v předchozí větě, není-li explicitně v požadavcích této technické specifikace pro konkrétní zařízení stanovena minimální rychlost nižší.
- SPEC_47 Výpočetní síť musí používat topologii **plně neblokující fat tree**.
- SPEC_48 Řešení musí poskytovat efektivní MPI komunikaci výpočetních serverů.
- SPEC_49 Výpočetní síť musí podporovat a poskytovat IP protokol a RDMA funkcionalitu.
- SPEC_50 Výpočetní síť musí být vhodná pro řešení úložiště SCRATCH.
- SPEC_51 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést technologii sítě, topologii a schéma sítě, propustnost sítě a konfiguraci nabízených zařízení.

Výpočetní síť je použita pro zpřístupnění úložišť superpočítače na výpočetní uzly, požadavky jsou uvedeny v kapitole 0 **Úložiště**.

Přístupové servery

- SPEC_52 Velký cluster musí obsahovat minimálně dva Přístupové servery.
- SPEC_53 Každý Přístupový server musí splňovat následující požadavky:
- Fyzický server
 - Architektura x86-64 nebo ARM64
 - Dva procesory na server, každý procesor minimálně 64 fyzických výpočetních jader
 - Kapacita operační paměti RAM minimálně 960GiB
 - Minimálně 2 lokální SSD disky o kapacitě minimálně 960GB v RAID1
 - Připojení Výpočetní sítě
 - Připojení LAN sítě
 - Za provozu vyměnitelné (hot-swap) disky
 - Redundantní, za provozu vyměnitelné (hot-swap) napájecí zdroje, redundantní napájení
- SPEC_54 Přístupové servery musí používat stejnou technologii procesorů, stejnou instrukční sadu procesorů, stejný typ paměti RAM a stejný operační systém jako Akcelerované výpočetní servery.
-

- SPEC_55 Každý Přístupový server musí obsahovat minimálně jeden GPU akcelerační. GPU akcelerační Přístupového serveru serverů musí být stejného typu jako je GPU akcelerační Akceleračních výpočetních serverů, nebo jiný, který splňuje následující podmínky:
1. je stejného výrobce jako je GPU akcelerační Akceleračních výpočetních serverů
 2. používá stejnou (mikro)architekturu grafický jader, nebo její předchozí generaci
 3. umožňuje použití stejného GPU softwarového stacku
- SPEC_56 Přístupové servery musí mít stejnou hardwarovou konfiguraci a musí pracovat ve shodném provozním nastavení (frekvence, časování, nastavení vlastností).
- SPEC_57 Přístupové servery jsou určeny výhradně pro zajištění přístupu uživatelů a pro práci uživatelů, dodavatel nesmí využít žádný Přístupový server pro zajištění jiné funkcionality.
- SPEC_58 Přístupové servery musí poskytovat přístup uživatelům protokolem SSH2 a poskytovat služby pro přenos souborů SCP a SFTP.
- SPEC_59 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést hardwarovou platformu řešení, detailní konfiguraci Přístupových serverů včetně označení typu procesorů a GPU akcelerační.
- SPEC_60 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést přesné označení a verzi operačního systému Přístupových serverů.

Úložiště

Společné požadavky

Požadavky uvedené v této kapitole jsou požadavky společné pro všechna úložiště řešení – úložiště HOME, úložiště SCRATCH, Úložiště infrastruktury a případně další úložiště použita v řešení (kromě lokálních disků v serverech).

Vysoká dostupnost

- SPEC_61 Řešení úložiště musí poskytovat vysokou dostupnost.
- SPEC_62 Výpadek či odstávka libovolného jednoho serveru (nebo appliance, či controlleru) řešení úložiště nesmí způsobit nefunkčnost služeb úložiště. Při výpadku či odstávce serveru řešení úložiště může být výkon úložiště nižší než požadovaný.
- SPEC_63 Řešení úložiště musí být odolné dlouhodobé vysoké zátěži.
- SPEC_64 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést způsob zajištění vysoké dostupnosti a redundanci úložiště.

Nezávislost úložišť

- SPEC_65 Služby a provoz úložišť se nesmí vzájemně negativně ovlivňovat. Deklarované parametry agregované rychlosti a výkonu náhodných I/O operací musí být dosažitelné i při současném, paralelním zatížení všech úložišť.
- SPEC_66 Úložiště SCRATCH nesmí sdílet servery (též appliance, controllery, apod.) a disková zařízení (disky, disková pole) s jiným úložištěm (např. s úložištěm HOME, s Úložištěm infrastruktury, s úložištěm řešení Zálohování).
- SPEC_67 Úložiště HOME a Úložiště infrastruktury mohou použít jedno společné diskové pole a mohou používat společné servery. Je třeba však zajistit splnění požadavku SPEC_65.
-

Redundance disků

- SPEC_68 Úložiště musí zajišťovat takové zabezpečení (redundanci) dat, že selhání libovolných dvou disků úložiště nezpůsobí ztrátu dat.
Předpokládá se použití technologie RAID 6, nebo erasure codingu (k,m), kde m (parita) je větší nebo rovna dvěma.
- SPEC_69 Úložiště musí zajišťovat zotavení po selhání disku, tj. opětovné zajištění požadovaného zabezpečení (redundance) dat (např. rekonstrukce RAID skupiny za využití hot-spare disků). Zotavení po selhání disku musí probíhat automaticky, bez zásahu obsluhy.
- SPEC_70 Zotavení po selhání disku úložiště, tj. opětovné zajištění požadovaného zabezpečení (redundance) dat, musí být dokončeno do 24 hodin od selhání disku. Během zotavování po výpadku disku úložiště může být výkon úložiště dočasně nižší než požadovaný.
- SPEC_71 Úložiště musí mít takovou konfiguraci, že je možné zajištění požadovaného zabezpečení (redundance) dat po selhání libovolných dvou disků úložiště, a to bez zásahu obsluhy.
- SPEC_72 Každé diskové pole (nebo obdobné zařízení) řešení úložiště musí poskytovat rezervní (spare) kapacitu nebo náhradní (spare) disky v počtu či kapacitě minimálně $\max\left(\frac{1}{24} * \text{celkový_počet_disků_diskového_pole}; 2\right)$ disků.
Funkce $\max(a; b)$ vrací větší z čísel a, b. Výsledek vzorce se zaokrouhlí vždy nahoru na celé číslo. Celkový počet disků diskového pole zahrnuje jak disky obsahující samotná data a paritní data, tak disky realizující náhradní disky či rezervní kapacitu.

Souborová úložiště

Požadavky uvedené v této kapitole jsou společné požadavky pro úložiště HOME, úložiště SCRATCH a Úložiště infrastruktury, která jsou souborovými úložišti.

- SPEC_73 Souborové úložiště musí poskytovat služby síťového souborového systému.
- SPEC_74 Na všech klientech souborového úložiště musí být poskytována obvyklá funkcionality souborového systému.
- SPEC_75 Souborové úložiště musí být na straně klientů transparentně integrováno do operačního systému, musí umožňovat obvyklé souborové operace a realizovat obvyklou sémantiku nativních souborových systémů a integrovat uživatele operačního systému jako uživatele souborového systému.
- SPEC_76 Souborové úložiště musí splňovat následující požadavky
- Podpora Unicode ve jménech souborů
 - Podpora dlouhých jmen souborů
 - Řízení přístupu, přístupová práva na úrovni standardních Unixových práv (čtení, zápis, spuštění; uživatel, skupina, ostatní) a rozšířená ACL
 - Podpora souborů o velikosti větší než 1TB
 - Podpora symbolických linků
 - Podpora zamykání souborů
- SPEC_77 Data souborového úložiště musí být uložena na discích typu SSD nebo NVMe. Použité disky musí být vhodné pro jejich nasazení a charakter zátěže.
- SPEC_78 Požadavek, že souborové úložiště se musí z pohledu uživatele chovat jako jediná, souvislá oblast s jednotným prostorem jmen znamená, že uživatel úložiště pro přístup k souborům úložiště
-

používá jednotný prostor jmen a v rámci tohoto jednotného prostoru jmen je bez omezení dostupná veškerá kapacita úložiště a vlastnosti úložiště.

Úložiště SCRATCH

- SPEC_79 Úložiště SCRATCH je souborové úložiště, které je určeno výhradně pro data uživatelů Velkého clusteru.
- SPEC_80 Úložiště SCRATCH se musí z pohledu uživatele chovat jako jediná, souvislá oblast s jednotným prostorem jmen.
- SPEC_81 Úložiště SCRATCH musí být prostřednictvím Výpočetní sítě zpřístupněné na všech Výpočetních serverech a Přístupových serverech.
- SPEC_82 Úložiště SCRATCH musí být na klientech dostupné v cestě /scratch.
- SPEC_83 Úložiště SCRATCH musí mít čistou dostupnou kapacitu na úrovni souborového systému minimálně **2PB** (2×10^{15} byte).
- SPEC_84 Úložiště SCRATCH musí umožňovat uložení minimálně 2 miliard souborů.
- SPEC_85 Úložiště SCRATCH musí poskytovat dlouhodobě udržitelnou agregovanou rychlost sekvenčních operací minimálně:
- čtení **550GB/s** (550×10^9 byte/s)
 - zápis **350GB/s** (350×10^9 byte/s)
- Velikost bloku operací určí dodavatel dle svého uvážení. Požadovaná rychlost musí být reálně dosažitelná z Výpočetních serverů.
- SPEC_86 Úložiště SCRATCH musí poskytovat dlouhodobě udržitelný výkon I/O operací náhodného charakteru v režimu čtení/zápis 80 %/20 % minimálně **3 milióny IOPs**. Velikost bloku operací určí dodavatel dle svého uvážení. Požadovaný výkon musí být reálně dosažitelný z Výpočetních serverů.
- SPEC_87 Úložiště SCRATCH musí poskytovat projektové, nebo adresářové kvóty, nepřekročitelné omezení využití kapacity a počtu souborů nastavitelné individuálně buď pro projekt, nebo pro adresář úložiště.
- SPEC_88 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést čistou dostupnou kapacitu, agregovanou rychlost sekvenčních operací, výkon I/O operací náhodného charakteru v režimu čtení/zápis 80 %/20 % a dlouhodobě udržitelný výkon metadata operací úložiště SCRATCH.
- SPEC_89 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést architekturu řešení, typ a konfiguraci nabízených zařízení, počet, velikost a typ disků, způsob zabezpečení (konfiguraci RAID nebo erasure codingu), počet spare disků nebo rezervní kapacitu a popis softwarového řešení úložiště SCRATCH.

Úložiště HOME

- SPEC_90 Úložiště HOME je souborové úložiště, které je určeno výhradně pro data uživatelů Velkého clusteru.
- SPEC_91 Úložiště HOME se musí z pohledu uživatele chovat jako jediná, souvislá oblast s jednotným prostorem jmen.
-

- SPEC_92 Úložiště HOME musí být nativně zpřístupněné prostřednictvím Výpočetní sítě na všech Výpočetních serverech a Přístupových serverech.
- SPEC_93 Úložiště HOME musí být na klientech dostupné v cestě /home.
- SPEC_94 Úložiště HOME musí mít čistou dostupnou kapacitu na úrovni souborového systému minimálně **25TB** (25×10^{12} byte).
- SPEC_95 Úložiště HOME musí umožňovat uložení minimálně 500 miliónů souborů.
- SPEC_96 Úložiště HOME musí poskytovat dlouhodobě udržitelnou agregovanou rychlost sekvenčních operací minimálně **1.5GB/s** (1.5×10^9 byte/s). Velikost bloku operací určí dodavatel dle svého uvážení. Požadovaná rychlost musí být reálně dosažitelná z Výpočetních serverů.
- SPEC_97 Úložiště HOME musí poskytovat dlouhodobě udržitelný výkon I/O operací náhodného charakteru v režimu čtení/zápis 80 %/20 % minimálně **50 tisíc IOPs**. Velikost bloku operací určí dodavatel dle svého uvážení. Požadovaný výkon musí být reálně dosažitelný z Výpočetních serverů.
- SPEC_98 Úložiště HOME musí poskytovat uživatelské kvóty, nepřekročitelné omezení využití kapacity a počtu souborů nastavitelné individuálně pro každého uživatele.
- SPEC_99 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést čistou dostupnou kapacitu, dlouhodobě udržitelnou agregovanou rychlost sekvenčních operací a dlouhodobě udržitelný výkon I/O operací náhodného charakteru v režimu čtení/zápis 80 %/20 % úložiště HOME.
- SPEC_100 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést architekturu řešení, typ a konfiguraci nabízených zařízení, počet, velikost a typ disků, způsob zabezpečení (konfiguraci RAID nebo erasure codingu), počet spare disků nebo rezervní kapacitu a popis softwarového řešení úložiště HOME.

Úložiště infrastruktury

- SPEC_101 Úložiště infrastruktury je souborové úložiště, které je určeno pro uložení dat infrastrukturních služeb superpočítače a pro uložení dat zadavatele potřebných pro realizaci a poskytování služeb uživatelům.
- SPEC_102 Zadavatel předpokládá následující použití Úložiště infrastruktury a pro ně stanovuje požadované parametry úložiště:
- instalační obrazy serverů (výpočetní a přístupové servery)
 - aplikační software a data zadavatele
- SPEC_103 Dodavatel může využít Úložiště infrastruktury i k jiným účelům než uvedeným v SPEC_102, musí však adekvátně navýšit parametry řešení a musí zajistit splnění zadavatelem požadovaných parametrů.
- SPEC_104 Úložiště infrastruktury musí mít čistou dostupnou kapacitu na úrovni souborového systému minimálně **25TB** (25×10^{12} byte).
- SPEC_105 Úložiště infrastruktury musí umožňovat uložení minimálně 500 miliónů souborů.
- SPEC_106 Úložiště infrastruktury musí poskytovat dlouhodobě udržitelnou agregovanou rychlost sekvenčních operací minimálně **1.5GB/s** (1.5×10^9 byte/s). Velikost bloku operací určí dodavatel dle svého uvážení. Požadovaná rychlost musí být reálně dosažitelná z Výpočetních serverů.
-

- SPEC_107 Úložiště infrastruktury musí poskytovat dlouhodobě udržitelný výkon I/O operací náhodného charakteru v režimu čtení/zápis 80 %/20 % minimálně **50 tisíc IOPs**. Velikost bloku operací určí dodavatel dle svého uvážení. Požadovaný výkon musí být reálně dosažitelný z Výpočetních serverů.
- SPEC_108 Úložiště infrastruktury musí umožňovat rozdělení datové kapacity na logické části (souborové systémy či jeho části) požadované velikosti a zpřístupnění těchto logických částí výhradně na vybrané servery.
- SPEC_109 Úložiště infrastruktury musí být dostupné všem serverům řešení Velkého clusteru.
Úložiště infrastruktury musí zpřístupňovat:
- instalační obrazy serverů – na Infrastrukturní servery určené pro běh vzdálené instalace, popř. běh síťového bootu serverů
 - aplikační software a data zadavatele – zpřístupněný v cestě /apps
 - na Přístupové a Výpočetní servery prostřednictvím Výpočetní sítě
 - na Infrastrukturní servery; pro servery musí existovat datová cesta k úložišti infrastruktury s propustností minimálně 10Gb/s.
- SPEC_110 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést čistou dostupnou kapacitu, dlouhodobě udržitelnou agregovanou rychlost sekvenčních operací a dlouhodobě udržitelný výkon I/O operací náhodného charakteru v režimu čtení/zápis 80 %/20 % Úložiště infrastruktury.
- SPEC_111 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést architekturu řešení, typ a konfiguraci nabízených zařízení, počet, velikost a typ disků, způsob zabezpečení (konfiguraci RAID nebo erasure codingu), počet spare disků nebo rezervní kapacitu a popis softwarového řešení Úložiště infrastruktury.

Vymezení pojmu – kapacita úložiště

- SPEC_112 Kapacita (velikost) úložiště je požadována a musí být uváděna jako čistá využitelná kapacita (není-li explicitně uvedeno jinak), tj. jako velikost úložiště reálně využitelná uživatelem na nejvyšší poskytované úrovni, tj. na úrovni poskytované služby.

Kapacita souborového úložiště je kapacita souborových systémů poskytovaných úložištěm.

Kapacita souborového systému je čistá využitelná kapacita souborového systému, to je reálně využitelná kapacita souborového systému.

- SPEC_113 Určení čisté využitelné kapacity úložiště musí být uvedeno pro nabízenou/dodávanou konfiguraci určenou k běžnému provozu.
- SPEC_114 Určení čisté využitelné kapacity nesmí kalkulovat, zohledňovat vlastnosti systému či jeho komponenty na potenciální možnost uložení většího množství dat za předpokladů, které nelze zajistit (kompresce, deduplikace apod.).
- SPEC_115 Určení čisté využitelné kapacity nesmí kalkulovat, zohledňovat vlastnosti systému či jeho komponenty na alokování většího prostoru, než je fyzicky možné či reálně uskutečnitelné bez dalších úkonů (oversubscription).
- SPEC_116 Kapacity úložišť se uvádějí s využitím předpon dekadických násobků.
gigabyte (GB) 10^9 byte
terabyte (TB) 10^{12} byte
petabyte (PB) 10^{15} byte
-

- SPEC_117 Čistá dostupná kapacita datového úložiště se zjišťuje na vhodném klientském systému úložiště zápisem do úložiště do jeho zaplnění nebo čtením celého úložiště anebo vhodným systémovým nástrojem prezentujícím velikost – kapacitu úložiště.
- SPEC_118 Nástroje použité pro zjištění kapacity musí poskytovat důvěryhodné informace a musí pracovat se známou velikostí datového bloku nebo se známou a přesnou jednotkou.
Pro ilustraci, v OS Linux lze velikost souborového systému v bytech zjistit pomocí příkazu `df -B1`, hodnota Available.

Vymezení pojmu – rychlost úložiště

- SPEC_119 Rychlost úložiště (rychlost sekvenčních operací a výkon I/O operací) je požadována a musí být uváděna jako rychlost reálně dlouhodobě dosažitelná uživatelem na nejvyšší poskytované úrovni, tj. na úrovni poskytované služby z klientů úložiště.
- SPEC_120 Rychlost souborového úložiště je reálně dlouhodobě dosažitelná (sustained) rychlost operací prováděných na souborových systémech úložiště z klientů souborového úložiště.
- SPEC_121 Rychlost sekvenčních operací úložiště je menší z hodnot rychlost sekvenčního zápisu úložiště a rychlost sekvenčního čtení úložiště.
- SPEC_122 Určení rychlosti úložiště musí být uvedeno pro nabízenou/dodávanou konfiguraci určenou k běžnému provozu.
- SPEC_123 Určení rychlosti nesmí vycházet z předpokladu specifických výhodných podmínek či specifického výhodného režimu měření (např. operace z cache), pokud tyto podmínky nebo režim nejsou explicitně požadovány nebo uvedeny.
- SPEC_124 Rychlosti úložišť se uvádějí s využitím předpon dekadických násobků.

Měření rychlosti

- SPEC_125 Dodavatel musí prokázat splnění rychlosti úložišť provedením výkonových testů (benchmarků) v rámci akceptačních testů (měření rychlosti).
- SPEC_126 Běh výkonových testů úložišť bude realizován na Výpočetních serverech (testovací servery).
- SPEC_127 Před každým měřením rychlosti úložiště musí být zajištěno vymazání diskových cache pamětí testovacích serverů. Použije se příkaz:
`echo 3 > /proc/sys/vm/drop_caches`
- SPEC_128 Měření rychlosti je nutno provádět postupy a za podmínek, které odpovídají běžnému provozu, běžnému poskytování služeb úložiště. Před a během měřením rychlosti úložiště se nesmí provádět žádné úkony, které by měly vliv na výsledek měření.

Použití nástroje fio

- SPEC_129 Měření rychlosti sekvenčních operací a měření výkonu I/O operací náhodného charakteru souborových úložišť se bude provádět nástrojem fio v klient-server režimu.
fio je open-source nástroj (licence GPL verze 2) pro benchmarkování a testování I/O dostupný na adrese <https://github.com/axboe/fio>.
Pro měření se použije fio verze 3.35 nebo novější, pro měření lze použít fio z distribuce dodávaného operačního systému.

Na každém serveru určeném pro realizaci měření souborového úložiště (testovacím servery dle SPEC_126) se ověří dostupnost měřeného souborového úložiště a spustí program fio v serverovém režimu:

```
fio --server
```

Z vybraného serveru se pak iniciuje měření – spustí se na něm program fio v klientském režimu:

```
time fio \  
  --client=machinefile jobfile \  
  --output-format=normal,json |& \  
tee fio.out
```

V souboru machinefile jsou uvedena jména serverů určených pro realizaci měření úložiště, každé jméno je uvedeno na samostatném řádku.

jobfile je jméno konfiguračního souboru programu fio obsahujících popis testu dle požadavků konkrétního měření. Soubor jobfile je umístěn na serveru, který iniciuje měření.

Adresář souborového úložiště použitý pro vytváření testovacích souborů měření (v jobfile jde o nastavení `directory`) musí být před měřením prázdný.

Pro měření sekvenčního čtení souborového úložiště a pro měření výkonu I/O operací náhodného charakteru souborového úložiště se před měřením v adresáři připraví testovací soubory. Testovací soubory se vytvoří stejným postupem jako samotné měření – spuštěním programu fio v klientském režimu, ale v příslušném jobfile se uvede nastavení `create_only=1` a pro zkrácení doby běhu přípravy souborů je možno použít jinou velikost bloku (parametr `bs`).

Pro určení výsledku měření bude použit výstup programu fio na serveru, který inicioval měření, tj. soubor `fio.out`. Budou použity souhrnné informace o měření, které jsou uvedeny v části „All clients“, použije se JSON formát výstupu.

V JSON výstupu se použije poslední položka atributu „`client_stats`“, atribut „`jobname`“ této položky má hodnotu „All clients“, tato položka je dále označovaná jako souhrn.

Pro měření rychlosti sekvenčních operací se použije hodnota atributu „`bw_bytes`“ atributu „`read`“ nebo „`write`“ (podle typu měření) souhrnu. Získaná hodnota udává rychlost (propustnost) v bytech za sekundu.

Pro měření výkonu I/O operací se použije součet hodnot atributu „`iops`“ atributů „`read`“ a „`write`“ souhrnu. Získaná hodnota udává celkový počet I/O operací za sekundu (IOPS).

Měření rychlosti sekvenčních operací

SPEC_130 Měření dlouhodobě udržitelné agregované rychlosti sekvenčního operací souborového úložiště se bude provádět nástrojem fio dle SPEC_129.

Rychlost sekvenčních operací datového úložiště je menší z hodnot rychlost sekvenčního zápisu souborového úložiště a rychlost sekvenčního čtení souborového úložiště.

Pro měření sekvenčního zápisu souborového úložiště se použije následující konfigurační soubor – fio jobfile:

```
[global]  
rw=write  
bs=BLOCKSIZE  
create_on_open=1  
time_based  
runtime=30m  
numjobs=NUMJOBS  
fsync_on_close=1
```

```
[FILESYSTEM]
directory=/MOUNTPOINT/test/fio
filesize=FILESIZE
```

Pro měření sekvenčního čtení souborového úložiště se použije následující konfigurační soubor – fio jobfile:

```
[global]
rw=read
bs=BLOCKSIZE
time_based
runtime=30m
numjobs=NUMJOBS
fsync_on_close=1
;create_only=1
```

```
[FILESYSTEM]
directory=/MOUNTPOINT/test/fio
filesize=FILESIZE
```

Parametry FILESYSTEM, MOUNTPOINT, BLOCKSIZE, NUMJOBS a FILESIZE se nahradí vhodnými hodnotami.

Parametr FILESYSTEM udává jméno úložiště, např. HOME nebo SCRATCH.

Parametr BLOCKSIZE udává velikost použitého bloku, hodnotou je velikost dle syntaxe programu fio (např. 1M).

Parametr MOUNTPOINT udává mountpoint měřeného úložiště na klientech.

Parametr NUMJOBS udává počet paralelně prováděných úloh na testovacím serveru, hodnotou je kladné přirozené číslo.

Parametr FILESIZE udává velikost jednotlivých souborů, se kterými úloha pracuje, hodnotou je velikost dle syntaxe programu fio (např. 3T).

Celková velikost souborů, se kterými měření pracuje z jednoho testovacího serveru, tj. hodnota FILESIZE * NUMJOBS, musí být větší než dvojnásobek velikosti operační paměti každého testovacího serveru.

Celková velikost souborů, se kterými měření pracuje ze všech použitých testovacích serverů, tj. hodnota FILESIZE * NUMJOBS * počet_testovacích_serverů musí být větší než

- 800TB pro Úložiště SCRATCH
- 10TB pro Úložiště HOME
- 10TB pro Úložiště infrastruktury

Měření výkonu I/O operací

SPEC_131 Měření dlouhodobě udržitelného výkonu I/O operací náhodného charakteru souborového úložiště se bude provádět nástrojem fio dle SPEC_129.

Použije následující konfigurační soubor – fio jobfile.

```
[global]
rw=randrw
rwmixread=80
bs=BLOCKSIZE
time_based
runtime=30m
numjobs=NUMJOBS
fsync_on_close=1
;create_only=1
```

```
[FILESYSTEM]
directory=/MOUNTPOINT/test/fio
filesize=FILESIZE
```

Parametry FILESYSTEM, MOUNTPOINT, BLOCKSIZE, NUMJOBS a FILESIZE se nahradí vhodnými hodnotami.

Parametr FILESYSTEM udává jméno úložiště, např. HOME nebo SCRATCH.

Parametr MOUNTPOINT udává mountpoint měřeného úložiště na klientech.

Parametr BLOCKSIZE udává velikost použitého bloku, hodnotou je velikost dle syntaxe programu fio (např. 4k).

Parametr NUMJOBS udává počet paralelně prováděných úloh na testovacím serveru, hodnotou je kladné přirozené číslo.

Parametr FILESIZE udává velikost jednotlivých souborů, se kterými úloha pracuje, hodnotou je velikost dle syntaxe programu fio (např. 3T).

Celková velikost souborů, se kterými úloha pracuje z jednoho testovacího serveru, tj. hodnota FILESIZE * NUMJOBS, musí být větší než dvojnásobek velikosti operační paměti každého testovacího serveru.

Celková velikost souborů, se kterými měření pracuje ze všech použitých testovacích serverů, tj. hodnota FILESIZE * NUMJOBS * počet_testovacích_serverů musí být větší než

- 800TB pro Úložiště SCRATCH
- 10TB pro Úložiště HOME
- 10TB pro Úložiště infrastruktury

Měření výkonu metadata operací

SPEC_132 Za účelem ověření stability provádění metadata operací souborového úložiště a zjištění výkonu metadata operací souborového úložiště se v rámci akceptačních testů provede měření dlouhodobě udržitelného výkonu metadata operací souborového úložiště.

SPEC_133 Měření dlouhodobě udržitelného výkonu metadata operací souborového úložiště se bude provádět nástrojem mdtest <https://github.com/hpc/ior>.

Pro měření bude použit následující příkaz:

```
time \
mpirun -n $NPROC -f machinefile \
mdtest \
-C -T -r \
-F \
-d /MOUNTPOINT/test/mdtest \
-I $FILES_PER_DIR \
-i $ITERATIONS \
-u \
-z $TREE_DEPTH -b $BRANCHING_FACTOR \
-L
```

kde machinefile je soubor obsahující jména serverů určených pro provádění testu, každé jméno uvedeno na samostatném řádku,

NPROC, FILES_PER_DIR ITERATIONS, TREE_DEPTH, BRANCHING_FACTOR jsou proměnné –

kladná, přirozená čísla, stanovena tak, že

- že hodnota FILES_PER_DIR je větší nebo rovna 100
- počet souborů vytvořených v každé iteraci je minimálně 10^8 , tj. $NPROC * FILES_PER_DIR * BRANCHING_FACTOR^{TREE_DEPTH} \geq 10^8$
- doba běhu testu je minimálně 1 hodina.

Za výsledek měření se považují hodnoty z řádků „File creation“ a „File stat“, ve sloupci Mean, tabulky „SUMMARY rate“.

Infrastrukturní servery

- SPEC_134 Infrastrukturní servery musí být navrženy a dimenzovány tak, aby zajistily spolehlivý, bezpečný, rychlý a efektivní provoz Velkého clusteru a jeho správu. Některé požadavky na infrastrukturní služby jsou uvedeny v kapitole 0 **Software**.
- SPEC_135 Velký cluster musí obsahovat dvě kategorie Infrastrukturních serverů:
1. Infrastrukturní servery pro běh služeb dodavatele – Infrastrukturní servery určené pro běh služeb dodavatele, které zajišťují chod Superpočítače a komplexní naplnění požadavků zadavatele. Servery jsou mimo jiné určeny pro běh služeb uvedených v kapitole 0 **Software**.
 2. Infrastrukturní servery pro běh služeb zadavatele – Infrastrukturní servery určené pro běh dalších služeb zadavatele, které implementuje a provozuje zadavatel (další služby poskytované uživatelům, integrace superpočítače do prostředí zadavatele a další).
- SPEC_136 Velký cluster musí obsahovat minimálně tři fyzické Infrastrukturní servery pro běh služeb dodavatele (kategorie 1), servery musí poskytovat celkově (v souhrnu) minimálně 384GiB RAM a 48 CPU jader.
- SPEC_137 Velký cluster musí obsahovat minimálně tři fyzické Infrastrukturní servery pro běh služeb zadavatele (kategorie 2), každý server musí splňovat následující požadavky:
- Minimálně 16 CPU jader
 - Paměť RAM minimálně 192GiB, provozovaná v režimu DDR5 s ECC
 - Minimálně 2 lokální SSD disky o kapacitě minimálně 960GB v RAID1
 - Připojení Výpočetní síť, min 200Gb/s
 - Připojení LAN síť, min 100Gb/s
 - Klient úložišť HOME (/home), SCRATCH (/scratch) a infrastruktury (/apps), je vyžadován nativní klient a dostupnost nativní funkcionality těchto úložišť.
- SPEC_138 Pro řešení infrastrukturních služeb může být použita virtualizační technologie. Použití virtualizace však nesmí mít negativní dopad na kvalitu poskytovaných služeb.
- SPEC_139 Každý fyzický Infrastrukturní server musí splňovat následující požadavky:
- Disky v RAID s redundancí dat
 - Za provozu vyměnitelné (hot-swap) disky
 - Redundantní, za provozu vyměnitelné (hot-swap) napájecí zdroje, redundantní napájení
 - Připojení LAN síť
- SPEC_140 Klíčové služby musí být provozovány v režimu vysoké dostupnosti, preferovaně použitím nativního mechanismu dané služby.
- SPEC_141 Výpadek nebo odstávka libovolného jednoho Infrastrukturního serveru nesmí způsobit přerušení probíhajících úloh a provozu Výpočetního clusteru, Přístupových serverů, Úložišť, Síťové infrastruktury a správy superpočítače.
- SPEC_142 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést počet Infrastrukturních serverů, jejich určení a detailní konfiguraci.
-

Zálohování

- SPEC_143 Součástí dodávky musí být komplexní řešení zálohování dat – Zálohování.
- SPEC_144 Řešení Zálohování musí zajišťovat zejména:
- zálohování všech dodávaných serverů s výjimkou Výpočetních serverů
 - zálohování Úložiště HOME; Úložiště SCRATCH se nezalohuje.
 - zálohování Úložiště infrastruktury
- Pro Výpočetní servery se předpokládá bootování či instalace/reinstalace/obnova z jednotných instalačních obrazů. Zálohují se obrazy centrálního úložiště instalačních obrazů včetně instalačních obrazů Výpočetních serverů.
- Pro úložiště HOME se předpokládá obsazení 80% celkové kapacity úložiště daty typickými pro takové úložiště v daném použití (tedy HOME v prostředí HPC centra obdobné velikosti), předpokládá se změna 4% celkové kapacity úložiště denně.
- Úložiště infrastruktury se zálohuje na úrovni souborového systému realizovaném na logických částech Úložiště infrastruktury. Pro Úložiště infrastruktury se předpokládá obsazení 80% celkové kapacity a změna 4% celkové kapacity úložiště denně.
- Není nutno zálohovat data serverů dočasného charakteru, která nejsou potřebná k obnově serveru.
- SPEC_145 Zálohování dat musí probíhat s periodou 1 den. Kompletní cyklus zálohování všech dat musí proběhnout v čase od 22:00 do 6:00 (tj. během maximálně 8 hodin).
- SPEC_146 Řešení Zálohování musí umožňovat/poskytovat obnovu dat z posledních 21 dnů, z posledních 21 denních záloh.
- SPEC_147 Řešení Zálohování musí poskytovat dostatečnou zálohovací kapacitu pro naplnění všech uvedených požadavků (s ohledem na použitou technologii a reálně dosažitelné parametry v daném nasazení).
- SPEC_148 Priority zálohování a obnovy dat (pořadí dle priority od nejvyšší k nejnižší):
1. Nejvyšší priorita: Servery řešení nezbytné pro poskytování služeb systému, Úložiště infrastruktury
 2. Další servery řešení
 3. Nejnižší priorita: Úložiště HOME
- SPEC_149 Řešení pro zálohování a obnovu dat musí splňovat následující základní vlastnosti:
- časový harmonogram záloh
 - obnova individuálních souborů a složek
 - obnova vlastníků, práv a atributů souborů a složek
 - paralelní běh záloh a obnov
- SPEC_150 Řešení zálohování musí používat technologii zálohování do diskového úložiště. Předpokládá se použití technologie pro lepší efektivitu uložení dat (např. komprese nebo deduplikace).
- SPEC_151 Zálohování musí používat vyhrazené, nezávislé úložiště. Úložiště určené pro zálohování musí splňovat požadavky uvedené v kapitole 0 Redundance disků.
-

- SPEC_152 Zálhování musí být řešeno tak, aby mělo minimální negativní dopad na provoz a výkon Velkého clusteru.
- SPEC_153 Licence zálohovacího systému musí pokrývat všechny uvedené potřeby v maximální konfiguraci.
- SPEC_154 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést zálohovací kapacitu a propustnost řešení, která je dostatečná pro naplnění uvedených požadavků na zálohování.
- SPEC_155 (I) Dodavatel musí v nabídce detailně popsat výpočet potřebné kapacity pro naplnění požadavků zadavatele na zálohování.
- SPEC_156 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést architekturu řešení, typ a konfiguraci nabízených zařízení, popis softwarového řešení zálohování, jeho vlastnosti a navrhovanou zálohovací politiku.

Sít'ová infrastruktura

- SPEC_157 Velký cluster musí obsahovat veškerou síťovou infrastrukturu (aktivní prvky, moduly, kabeláž atd.) potřebnou pro realizaci superpočítače a pro připojení superpočítače do WAN sítě zadavatele a do storage sítě zadavatele.

LAN síť

- SPEC_158 LAN síť musí zajišťovat komunikaci mezi zařízeními uvnitř superpočítače a poskytovat připojení do WAN sítě zadavatele.
- SPEC_159 LAN síť musí obsahovat veřejné a privátní části sítě.
- SPEC_160 Veřejné části sítě (dále jen veřejné sítě), ve kterých budou použity veřejné IPv4 a IPv6 adresy, budou sloužit pro poskytování služeb dostupných z internetu (přístupové servery, některé infrastrukturní servery zadavatele).
- SPEC_161 Privátní části sítě (dále jen privátní sítě), ve kterých budou použity privátní IPv4 adresy, budou sloužit pro vnitřní služby a pro management zařízení.
- SPEC_162 Zařízení v privátních sítích musí být umožněn přístup do internetu přes NAT. NAT bude poskytován síťovým prvkem zadavatele umístěným ve WAN síti zadavatele.
- SPEC_163 Řešení sítě musí podporovat IPv6.
- SPEC_164 LAN síť musí být rozdělena do různých L3 sítí. Pro každou L3 síť musí být použita jiná L2 síť (VLAN nebo jiný aktivní prvek). Je nežádoucí používat jednu L2 síť pro více L3 sítí. Rozdělení sítí musí být zajišťovat zejména oddělení těchto provozů:
- služby dostupné z internetu
 - datová komunikace mezi servery (služby)
 - management síťových aktivních prvků
 - management diskových polí a storage zařízení
 - management serverů (BMC, IPMI apod.)
 - management non-IT infrastruktury (napájení, chlazení apod.)

Připojení zařízení

- SPEC_165 Připojení Přístupových serverů a Infrastrukturních serverů do LAN sítě musí být redundantní.
- SPEC_166 Minimální rychlost připojení zařízení do LAN sítě:
-

Minimální rychlost připojení každého Přístupového serveru je 100Gb/s.

Minimální rychlost připojení každého Infrastrukturní serveru pro běh služeb dodavatele je 25Gb/s.

Minimální rychlost připojení každého Infrastrukturní serveru pro běh služeb zadavatele je 100Gb/s.

Minimální rychlost připojení každého Výpočetního serveru je 1Gb/s.

- SPEC_167 Minimální rychlosti dle SPEC_166 musí být dosažitelné při přístupu z WAN sítě zadavatele. Pro systémy uvedené v požadavku SPEC_165 musí být požadavek minimální rychlosti splněn i v případě výpadku jednoho libovolného aktivního síťového prvku.
- SPEC_168 Agregovaná rychlost připojení všech Přístupových serverů v LAN síti dosažitelná při přístupu z WAN sítě zadavatele musí být minimálně 200Gb/s.
- SPEC_169 Agregovaná rychlost připojení všech Infrastrukturních serverů pro běh služeb zadavatele v LAN síti dosažitelná při přístupu z WAN sítě zadavatele musí být minimálně 200Gb/s.
- SPEC_170 Agregovaná rychlost připojení všech Výpočetních serverů v LAN síti dosažitelná při přístupu z WAN sítě zadavatele musí být minimálně 25Gb/s.

Hraniční prvky

- SPEC_171 Propojení LAN sítě Velkého clusteru s WAN sítí zadavatele musí být na straně Velkého clusteru řešena redundantními aktivními síťovými prvky (dále označovanými jako hraniční prvky, v obrázku označeno HP1, HP2). Hraniční prvky musí splňovat následující vlastnosti:
- duální napájení
 - redundantní zapojení serverů pomocí multi-chassis ether channel
 - propustnost propojení mezi hraničními prvky musí být minimálně 200Gb/s
 - oddělené routovací instance pro privátní a veřejné sítě
- SPEC_172 Hraniční prvky musí umožňovat restriktce datového provozu pomocí access control listů (ACL). Hraniční prvky musí umožňovat konfigurace ACL pro každý port zařízení zvlášť. Každý hraniční prvek musí umožňovat konfiguraci ACL o minimálním počtu 2 tisíce vstupních a 2 tisíce výstupních pravidel.
- SPEC_173 V případě odděleného control-plane hraničních prvků, hraniční prvky musí umožňovat použití technologií HSRP nebo VRRP, kde keepalive komunikace probíhá po IP adresách z rozdílného subnetu (privátního) než je plovoucí IP adresa z veřejného IP rozsahu.
- SPEC_174 Hraniční prvky musí umožňovat autentizaci uživatelů protokolem RADIUS nebo TACACS+, definici různých rolí při správě sítě (operátor, administrátor atd.) a logování použitých příkazů.
- SPEC_175 Hraniční prvky musí umožňovat export i import konfigurace na/ze serveru pomocí protokolu TFTP, FTP, SCP nebo SFTP. Konfigurace musí být uložena ve tvaru, který umožňuje její editaci.

Aktivní síťové prvky

Požadavky uvedené v této kapitole jsou společné požadavky pro všechny aktivní síťové prvky včetně Hraničních prvků.

- SPEC_176 Aktivní síťové prvky musí být vzdáleně spravovatelné použitím zabezpečeného management rozhraní, s použitím silných šifer, silných klíčů a silných hashovacích algoritmů.
- SPEC_177 Aktivní síťové prvky musí poskytovat vzdálený přístup pomocí protokolu SSH2.
-

- SPEC_178 Aktivní síťové prvky musí podporovat standard 802.1Q (VLAN Tagging).
- SPEC_179 Aktivní síťové prvky musí umožňovat provoz VLAN v počtu minimálně 100, s možností číslování VLAN od 1 do 4094.
- SPEC_180 Aktivní síťové prvky musí podporovat protokoly IGMPv2 a IGMPv3.
- SPEC_181 Aktivní síťové prvky, které v řešení pracují na L3 vrstvě, musí podporovat IPv4 multicast routing a protokoly PIM Sparse Mode and PIM Source-Specific Multicast.
- SPEC_182 Aktivní síťové prvky musí umožňovat čtení údajů o stavu a vytížení portů protokoly SNMPv2 a SNMPv3. Musí umožňovat:
- možnost definice omezení přístupu do vybraných větví SNMP stromu pro specifikovanou komunitu
 - zasílání SNMP trapů pro definované události
- SPEC_183 Ethernetová management rozhraní aktivních prvků sítě budou připojena do OOB sítě zadavatele realizovaného OOB switchem zadavatele. Propojení bude realizováno fyzickým propojem dodaného síťového prvku, kde budou fyzicky zapojena výše zmíněná management rozhraní. Takové propojení bude fungovat jako L2 trunk. Dodavatel může využít maximálně dvou portů OOB switchu zadavatele. Dodavatel dodá potřebnou kabeláž a zajistí připojení. Sériová management rozhraní hraničních prvků sítě budou připojena do OOB routeru zadavatele. Dodavatel zajistí kabeláž mezi patchpanelem zadavatele ve WAN racku a rackem s dodaným hardware. Pro ethernetové i sériové propoje bude použit ethernetový kabel typu drát kategorie 5E nebo vyšší, s pláštěm LSOH.
- SPEC_184 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést schéma zapojení LAN sítě, počty spojů a rychlosti připojení.
- SPEC_185 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést detailní specifikaci Hraničních prvků – jméno výrobce zařízení, celé modelové označení zařízení, počet zařízení, označení feature licencí.
- SPEC_186 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést specifikaci aktivních síťových prvků.

Adresace, jmenné služby

- SPEC_187 Správu veškerých adresních rozsahů, jmenných rozsahů, uživatelských účtů a skupin realizuje výhradně zadavatel.
- SPEC_188 Adresace IP sítí řešení úložiště musí být ve shodě s adresní politikou a adresním plánem zadavatele, použité adresní rozsahy (nejsou-li již definovány v jiné části zadávací dokumentace) budou stanoveny vždy v jednání se zadavatelem.
- SPEC_189 Zadavatel požaduje možnost ovlivnění konfigurace DNS služeb dodávaných dodavatelem a možnost integrace vlastních DNS služeb (pohledů).
- SPEC_190 Zařízení a systémy úložiště musí používat přesný čas. Pro synchronizaci času se budou používat NTP servery zadavatele v síti zadavatele.

Integrace do WAN sítě

- SPEC_191 Připojení do WAN sítě musí poskytovat konektivitu 4x100Gb/s.
- SPEC_192 Připojení do WAN prvků zadavatele musí být redundantní. Výpadek či odstávka libovolného jednoho hraničního prvku WAN sítě zadavatele nesmí způsobit nedostupnost služeb superpočítače.
-

SPEC_193 Každý Hraniční prvek Velkého clusteru musí být připojen na každý ze dvou hraničních prvků WAN sítě zadavatele pomocí jednoho spoje o rychlosti 100Gb/s. Pro připojení Velkého clusteru do WAN sítě zadavatele jsou ve dvou hraničních prvcích WAN sítě zadavatele (CISCO Nexus 9336C-FX2) vyhrazeny celkem čtyři porty QSFP28, po dvou v každém hraničním prvku. Součástí dodávky jsou moduly a optické kabely potřebné pro připojení Hraničních prvků Velkého clusteru do hraničních prvků WAN sítě zadavatele. Propojení musí využívat moduly kompatibilní s propojovanými zařízeními. Je požadováno natažení síťové kabeláže v podhledech datového sálu.

WAN síť zadavatele je popsána v kapitole 0

WAN síť, kde jsou rovněž znázorněny kabelové trasy.

SPEC_194 Propojení Hraničních prvků Velkého clusteru s hraničními prvky WAN sítě zadavatele bude realizováno přes Ethernet a privátní IPv4 adresy vyhrazené pro tyto účely zadavatelem.

SPEC_195 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést popis řešení integrace do WAN sítě.

Integrace do storage sítě

SPEC_196 Pro realizaci integrace do storage sítě zadavatele dodávka musí obsahovat minimálně dvě Síťové brány. Síťové brány propojují Výpočetní síť Velkého clusteru se storage sítí zadavatele, zajišťují konektivitu těchto dvou sítí, a tak síťově zpřístupňují serverům Velkého clusteru úložiště zadavatele připojená do storage sítí zadavatele

SPEC_197 Každá Síťová brána musí splňovat následující požadavky:

- Fyzický server
- Architektura x86-64
- Operační systém Linux 64-bit
- Minimálně jeden procesor, celkem minimálně 16 CPU jader
- Paměť RAM minimálně 64GiB, DDR5 s ECC
- Paměť RAM musí být tvořena paměťovými moduly shodných parametrů
- Teoretická propustnost procesoru/procesorů do paměti RAM minimálně 160GB/s (v nabízené konfiguraci serveru)
- Minimálně 2 lokální SSD disky o kapacitě minimálně 240GB v RAID1
- Za provozu vyměnitelné (hot-swap) disky
- Redundantní, za provozu vyměnitelné (hot-swap) napájecí zdroje, redundantní napájení

SPEC_198 Každá Síťová brána musí být připojena do Výpočetní sítě Velkého Clusteru s celkovou, agregovanou rychlostí minimálně 100Gb/s.

SPEC_199 Každá Síťová brána musí být připojena rychlostí 100Gb/s do právě jednoho hraničního prvku storage sítě zadavatele, a to bez použití break-out kabeláže a bez použití protokolu LACP, nebo podobného protokolu. Pro připojení Velkého clusteru do storage sítě zadavatele jsou ve dvou hraničních prvcích storage sítě zadavatele (CISCO Nexus 9336C-FX2) vyhrazeny celkem dva porty QSFP28, po jednom v každém hraničním prvku. Součástí dodávky jsou moduly a optické kabely potřebné pro připojení do hraničních prvků storage sítě zadavatele. Propojení musí využívat moduly kompatibilní s propojovanými zařízeními. Je požadováno natažení síťové kabeláže v podhledech datového sálu.

Storage síť zadavatele je popsána v kapitole 0 **Storage síť**.

SPEC_200 Konektivita mezi Výpočetní sítí Velkého clusteru a storage sítí zadavatele musí být zajištěna i v případě výpadku či odstávky libovolné jedné Síťové brány.

SPEC_201 Součástí dodávky je implementace softwarového řešení Síťových bran, v řešení bude použit software keepalived.

SPEC_202 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést popis řešení integrace do storage sítě zadavatele, počet a konfiguraci Síťových bran.

Obecné technické požadavky

- SPEC_203 Paměti RAM všech serverů a řadičů diskových polí musí používat mechanismus detekce a opravy chyby – Error-correcting code memory (paměť ECC).
- SPEC_204 Běžný provoz a dostupnost deklarovaných kapacit zařízení nesmí vyžadovat zásah obsluhy.
- SPEC_205 Všechna zařízení a systémy musí být spravovatelné vzdáleně.
- SPEC_206 Servery musí mít vzdálený síťový management nezávislý na provozu operačního systému serveru poskytující ovládání napájení, reset, grafickou konzoli a připojení virtuálních médií.
- SPEC_207 Požaduje-li se podpora protokolu SSH, SCP a/nebo SFTP musí být podporována verze 2 protokolu a je požadováno použití silných šifer, silných klíčů a silných hashovacích algoritmů.
- SPEC_208 Všechna zařízení Velkého clusteru musí být fyzicky označena jednoznačnou identifikací, která musí být na zařízeních snadno dostupná a čitelná, a vhodným způsobem evidována.

Software

- SPEC_209 Součástí Velkého clusteru musí být komplexní softwarové řešení provozu a správy Velkého clusteru. Pro veškeré softwarové vybavení musí být zajištěna možnost bezplatného používání po neomezenou dobu.

OS a aplikace

- SPEC_210 Všechny servery musí používat operační systém Red Hat Enterprise Linux nebo Rocky Linux, verze 9 nebo novější. Servery určené výhradně na řešení Zálohování mohou používat operační systém Microsoft Windows Server verze 2022 nebo novější.
- SPEC_211 Všechny Výpočetní a Přístupové servery musí používat stejnou distribuci a stejnou verzi operačního systému.
- SPEC_212 Licence operačního systému musí pokrývat všechny dodávané servery.
- SPEC_213 Dodané operační systémy a softwarové vybavení musí mít dobrou dostupnost aktualizací, zejména těch, které jsou určeny ke zvýšení bezpečnosti, spolehlivosti, odstranění funkčních či výkonových nedostatků.
- SPEC_214 Součástí dodávky je poskytování a provádění aktualizací softwarového vybavení, podmínky jsou uvedeny ve smlouvě.
- SPEC_215 Dodávka musí obsahovat softwarové vybavení potřebné pro provedení akceptačních testů a pro možnost opakování těchto testů v záruční době (s výjimkou software poskytnutého zadavatelem). Zadavatel poskytne kompilátory a MPI/MKL knihovny Intel v poslední dostupné stabilní verzi.
- SPEC_216 Komplexní správu uživatelského aplikačního vybavení (tj. software pro výpočty), jeho získání, sestavení, instalaci, konfiguraci a nastavení bude zajišťovat zadavatel.
- SPEC_217 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést řešení požadavků zadavatele na software, názvy a počet licencí navrhovaného software.

Prostředí

- SPEC_218 Velký cluster musí poskytovat koncovým uživatelům transparentní, jednotné, sdílené uživatelské prostředí.
-

- SPEC_219 Velký cluster musí poskytovat koncovým uživatelům v maximální míře shodné prostředí na všech uživatelsky dostupných serverech – tj. na Přístupových serverech a Výpočetních serverech. Uživatelské prostředí na serverech stejného typu musí být shodné. Uživatelské prostředí serverů různých typů musí být v maximální účelné míře shodné, rozdíly vyplývají pouze z rozdílů povahy a služeb serverů. Servery musí poskytovat en_US a C locale.
- SPEC_220 Přístupové servery musí uživatelům poskytovat koncovým uživatelům řádkové (command-line) rozhraní a grafické rozhraní.

Uživatelské účty

- SPEC_221 Velký cluster musí poskytovat koncovým uživatelům jednotný účet a jednotnou autentizaci. Účet koncového uživatele musí být dostupný a shodný na všech Přístupových a Výpočetních serverech.
- SPEC_222 Realizace uživatelských účtů musí používat technologie LDAP a SSSD. Účty uživatelů budou uloženy a spravovány v LDAP databázi. Pro realizaci uživatelských účtů a skupin budou použita LDAP schémata posixAccount a posixGroup. Správa uživatelských účtů a skupin bude realizována zabezpečeným protokolem LDAP. Správu uživatelských účtů a skupin bude realizovat výhradně zadavatel. Zadavatel provádí centralizovanou správu všech uživatelů centra IT4Innovations, informace o uživatelích a skupinách Velkého clusteru budou zadavatelem synchronizovány z centrální repository zadavatele do LDAP databáze Velkého clusteru. Správu domovských adresářů uživatelů bude rovněž realizovat výhradně zadavatel. LDAP služba musí být realizována dvojicí LDAP serverů s replikovanou databází. LDAP služba bude realizována na vhodných Infrastrukturních serverech, které nemusí být vyhrazeny pouze pro běh této služby. Pro řešení služby LDAP zadavatel preferuje software OpenLDAP. Na serverech poskytujících uživatelské účty bude použita služba SSSD využívající LDAP službu zabezpečeným LDAP protokolem. Na Přístupových serverech bude použita SSSD LDAP enumerace.
- SPEC_223 Realizace jednotné autentizace uživatelů bude používat SSH klíče. SSH klíče budou spravovány zadavatelem nebo uživatelem a budou uloženy v LDAP databázi nebo v domovském adresáři uživatele. Služba SSH musí umožňovat ověřování autorizovaných SSH klíčů uživatele proti LDAP záznamu uživatelského účtu a použití SSH certifikátů, předpokládaná realizace je konfigurací vlastností sshd a sssd. Pro autentizaci se nepředpokládá použití hesel. Zadavatel si upraví konfiguraci služby SSH dle svých potřeb.

Plánovač

- SPEC_224 Velký cluster musí poskytovat jednotný přístup k výpočetním zdrojům. Velký cluster musí pro přístup k výpočetním zdrojům, pro vykonávání výpočetních úloh na Výpočetních serverech používat pokročilý plánovač úloh a manažer zdrojů (dále jen Plánovač).
- SPEC_225 Jako Plánovač Velkého clusteru bude použit Slurm <https://slurm.schedmd.com/> aktuální verze, ve standardním provedení.
- SPEC_226 Serverová část Plánovače musí být provozována na (vybraných) Infrastrukturních serverech. V případě virtuálních serverů servery musí být vyhrazené pro běh této služby, v případě fyzických serverů servery nemusí být vyhrazeny pouze pro běh této služby. Pro data Slurmu (informace o úlohách a Slurm accounting databáze) bude použit lokální SSD nebo NVME disk Infrastrukturního serveru (vyhrazená kapacita 100GB).

SPEC_227 Dodavatel zajistí prvotní, základní instalaci a konfiguraci Plánovače, tak aby předvedl základní funkčnost clusteru a provedl akceptační testy. Není požadována HA konfigurace plánovače. Zadavatel si poté řešení Plánovače komplexně upraví a bude spravovat, upravovat a provozovat dle svých představ a potřeb. Podpora na Slurm není požadována.

Správa

SPEC_228 Velký cluster musí obsahovat nástroje a řešení pro správu (management) všech systémů a služeb, které jsou součástí dodávky.

SPEC_229 Velký cluster musí obsahovat vzdálenou správu a monitoring všech hardwarových zařízení (servery, disková pole, switche atd.) poskytující zejména konfiguraci a ovládání zařízení, detekci závažných stavů a událostí a jejich oznamování prostřednictvím SMTP (email) nebo SNMP.

SPEC_230 Velký cluster musí poskytovat vzdálené ovládání napájení a reset serverů bez závislosti na operačním systému ovládaného serveru (předpokládáme použití protokolu IPMI). Funkcionalita musí být realizovatelná command-line nástrojem. Funkcionalita musí být dostupná na vybraných Infrastrukturních serverech (určených pro správu).

SPEC_231 Velký cluster musí poskytovat zobrazení a ovládání systémových konzolí serverů po síti v terminálovém režimu bez závislosti na operačním systému ovládaného serveru (předpokládáme použití protokolu IPMI). Funkcionalita musí být realizovatelná command-line nástrojem. Funkcionalita musí být dostupná na vybraných Infrastrukturních serverech (určených pro správu).

SPEC_232 Velký cluster musí poskytovat efektivní centralizovanou vzdálenou správu operačních systémů serverů, a to jak jednotlivě (jeden server) tak hromadně (po skupinách serverů nebo všechny servery). Systém musí poskytovat zejména vzdálené vykonávání příkazů, přenos, modifikaci a odstraňování souborů, porovnávání výstupu příkazů a návratových hodnot příkazů. Systém musí umožňovat paralelní provádění akcí. Vzdálená správa musí efektivně pracovat i v případech, kdy některé spravované servery nekomunikují nebo nepracují korektně, musí identifikovat chyby prováděných akcí a oznamovat je. Dodavatel zajistí vhodné pojmenování serverů a definici skupin serverů pro efektivní používání centralizované vzdálené správy. Funkcionalita musí být realizovatelná command-line nástrojem. Funkcionalita musí být dostupná na vybraných Infrastrukturních serverech (určených pro správu). Pro řešení bude použit software ClusterShell <https://github.com/cea-hpc/clustershell>.

SPEC_233 Funkcionalita popsaná v SPEC_230 až SPEC_232 musí být komplexně (a současně) dostupná na minimálně jednom Infrastrukturním serveru (určeném pro správu).

Vzdálená instalace a bootování

SPEC_234 Velký cluster musí poskytovat efektivní vzdálenou instalaci serverů a bootování serverů po síti z centrálního úložiště obrazů. Řešení musí umožňovat instalaci/bootování jednoho serveru, tak hromadnou instalaci/bootování více serverů současně (paralelně). Řešení musí poskytovat správu (instalačních a bootovacích) obrazů (image) serverů – zejména vytváření, modifikaci a odstraňování obrazů. Serverová část řešení musí být provozována na (vybraných) Infrastrukturních serverech, které nemusí být vyhrazeny pouze pro běh této služby.

SPEC_235 Řešení vzdálené instalace a bootování serverů dle SPEC_234 musí být použito pro bootování Výpočetních serverů a pro instalaci Přístupových serverů. Pro servery shodného typu se použije shodný instalační obraz.

- SPEC_236 Centrální úložiště obrazů serverů dle SPEC_234 musí pojmout obrazy o celkové velikosti minimálně 1TB.
Centrální úložiště obrazů může být realizováno na úložišti infrastruktury.
- SPEC_237 Servery využívající bootování po síti musí po nastartování běžet z operační paměti, nesmí používat pro provoz operačního systému úložiště poskytované jiným serverem (tj. pro běh operačního systému se nesmí použít např. NFS share).
- SPEC_238 Realizace serverů dle SPEC_235 musí probíhat ve dvou fázích:
1. Instalace, resp. bootování serveru z centrálního úložiště obrazů za využití vybraného obrazu pro daný typ serveru. Obraz serveru obsahuje zejména aplikační balíky (package) potřebné pro chod serveru. Součástí obrazu je jen minimální konfigurace (zejména konfigurace sítě) tak, aby bylo možno realizovat následující fázi.
 2. Konfigurace systému serveru aplikací Ansible předpisů. Konfigurace systému bude popsána pomocí Ansible předpisů, které se budou aplikovat po instalaci (resp. bootu) operačního systému a dále dle potřeby. Ansible předpisy budou rozděleny do dvou skupin:
 - a. Ansible předpisy dodavatele – komplexní konfigurace serveru tak, aby byl zajištěn správný a efektivní chod serveru a naplnění požadavků zadavatele. Vytvoření a údržbu těchto předpisů zajišťuje dodavatel.
 - b. Ansible předpisy zadavatele – úprava konfigurace, nastavení prostředí a služeb zadavatele. Vytvoření a údržbu těchto předpisů zajišťuje zadavatel.
- Na servery budou aplikovány aktuální verze Ansible předpisů, Ansible předpisy nejsou obsaženy v obrazech serverů. Ansible předpisy budou organizovány v GIT repozitáři.

Monitoring

- SPEC_239 Velký cluster musí obsahovat monitoring dostupnosti komponent a služeb systému. Monitoring musí poskytovat informace o dostupnosti a stavu relevantních služeb všech dodávaných serverů (včetně výpočetních serverů), úložišť atd.
Pro řešení bude použit software Icinga2 provozovaný na vybraném Infrastrukturním serveru, který nemusí být vyhrazen pouze pro běh této služby.
Instalaci a konfiguraci Icinga2 zajistí dodavatel. Zadavatel doplní řešení sadou svých testů a začlení Icinga2 instanci do svého Icinga2 clusteru.

Logování

- SPEC_240 Systémy Velkého clusteru musí zaznamenávat a centralizovaně uchovávat záznamy o aktivitách, činnostech, změnách stavu, událostech apod. (logování). Záznamy musí obsahovat časové razítko, identifikaci systému, služby, uživatele a popis události. Řešení musí poskytovat efektivní prohledávání velkého množství záznamů.
Záznamy (logy) musí být uchovávány po dobu minimálně 3 měsíců.
Řešení logování musí poskytovat kapacitu pro sbíraná data o celkové velikosti minimálně 1TB.
Řešení logování musí být provozováno na (vybraných) Infrastrukturních serverech, které nemusí být vyhrazeny pouze pro běh této služby.

Mail

- SPEC_241 Velký cluster musí veškerou mailovou komunikaci realizovat výhradně prostřednictvím SMTP serverů zadavatele.
Zadavatel poskytne SMTP servery.

Bezpečnost

IT4Innovations národní superpočítačové centrum je držitelem certifikátů systému managementu bezpečnosti informací podle normy ISO 27001 (ISO/IEC 27001:2013, ČSN ISO/IEC 27001:2014). Implementace Velkého clusteru bude realizována v souladu s vnitřními předpisy zadavatele.

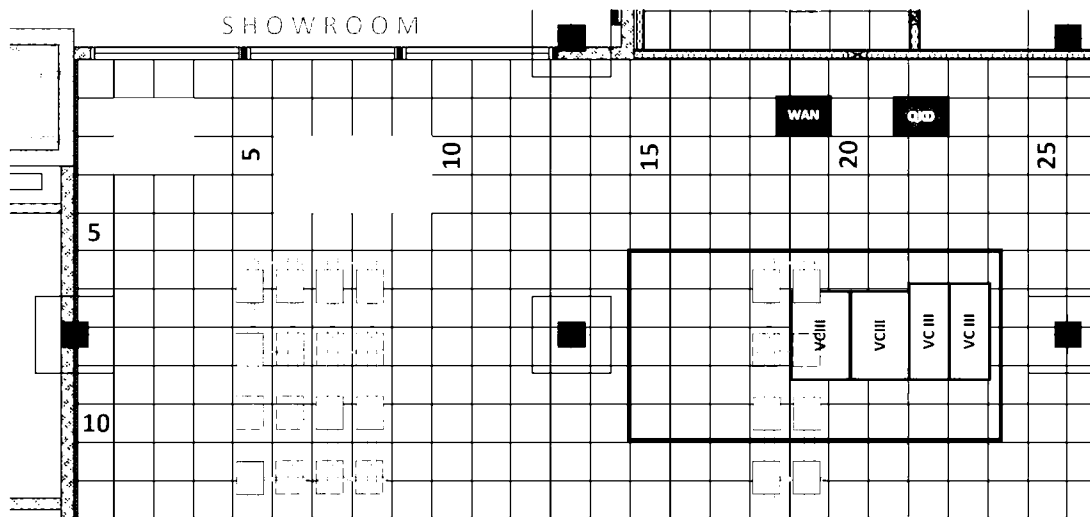
- SPEC_242 Velký cluster musí poskytovat přístup a služby pouze oprávněným uživatelům a systémům. Systém nesmí umožnit či poskytovat přístup a služby neoprávněným uživatelům a systémům. Systém musí být zabezpečen proti úniku dat, proti zneužití služeb, proti kompromitaci služeb a systémů.
- SPEC_243 Systémy a služby musí používat bezpečná, silná hesla, bezpečné klíče, bezpečné šifrování a protokoly. Je nepřipustné použití výchozích (default) hesel a klíčů a slabých hesel. Je nepřipustné používat stejné autentizační údaje pro různé účty či služby.
- SPEC_244 Řešení Velkého clusteru musí poskytovat nastavení různých úrovní oprávnění uživatelů, tak aby byl poskytován přístup jen k nezbytným službám a datům. Systém musí zejména rozlišovat koncové uživatele, kteří využívají poskytované služby a mají přístup k některým (zejména vlastním) datům, a uživatele správy systému, kteří dohlížejí a spravují celý systém.
- SPEC_245 Služby, které nejsou pro provoz řešení a zajištění funkcionality potřeba, nebudou na serverech spouštěny/provozovány, nejlépe ani instalovány.
- SPEC_246 Velký cluster nesmí bez souhlasu zadavatele komunikovat s jinými systémy.

Integrace do datového centra zadavatele

- SPEC_247 Dodavatel je povinen realizovat a zprovoznit Velký cluster v infrastruktuře zadavatele – v datovém centru IT4Innovations (tzv. integrace do datového centra zadavatele).
- SPEC_248 Integrací do datového centra zadavatele se rozumí veškeré dodávky a činnosti, jejichž výsledkem bude zprovoznění Velkého clusteru v prostorách a infrastruktuře datového centra IT4Innovations.
- SPEC_249 Integrace systémů do datového centra zadavatele musí být provedena dle platné legislativy a předpisů a dle požadavků a doporučení výrobců jednotlivých systémů. Pro instalované systémy musí být provedeny revize požadované legislativou a předpisy.
- SPEC_250 Dodavatel je povinen respektovat infrastrukturu zadavatele. Infrastruktura zadavatele je popsána v kapitole 0 Infrastruktura zadavatele.
Nabídka nesmí používat či předpokládat parametry infrastruktury datového centra, které se liší od těch, které zadavatel specifikoval v zadávací dokumentaci.
- SPEC_251 Rozšíření infrastruktury zadavatele, která jsou nezbytná pro realizaci zakázky, musí být součástí dodávky. Jedná se zejména, nikoli však výlučně, o napojení na chladicí okruhy, na elektrické napájecí větve, úpravy podlahy a osazení stropních prostupů určenými průchodkami.
- SPEC_252 Dodavatel nesmí měnit provozní parametry datového centra zadavatele. Nabídka nesmí předpokládat parametry datového centra zadavatele, které jsou odlišné od parametrů specifikovaných v zadávací dokumentaci.
- SPEC_253 Veškeré dodávky a činnosti řešení integrace do datového centra zadavatele musí být projednány se zadavatelem a zadavatelem schváleny. Veškeré použití a případné úpravy zařízení či technologií datového centra zadavatele (potřebné pro realizaci integrace do datového centra zadavatele) musí být projednány se zadavatelem, zadavatelem schváleny a provedeny na náklady dodavatele v součinnosti se smluvní společností zadavatele poskytující servis datového centra. Zadavatel si vyhrazuje právo na změnu, úpravu technických návrhů integrace (vedení tras, přípojná místa, použité materiály apod.) s ohledem na provozní podmínky a best-practices provozu datového centra.
-

Umístění

- SPEC_254 Umístění zařízení musí respektovat dispozice prostor datového centra zadavatele. Zadavatel explicitně upozorňuje na přítomnost sloupů v prostoru datového sálu.
- SPEC_255 Všechna dodávaná ICT zařízení musí být určena pro instalaci do racku a musí být nainstalována do racků, nebo musí jít o zařízení, jejichž konstrukce má charakter racku.
- SPEC_256 Zařízení musí být umístěna do racků dodaných dodavatelem.
- SPEC_257 Součástí dodávky je připojení racků potřebných pro realizaci řešení na infrastrukturu zadavatele.
- SPEC_258 Dodavatel zajistí veškerou údržbu a servis dodaných racků po sjednanou záruční dobu.
- SPEC_259 Dodávaná zařízení budou umístěna ve vymezeném prostoru vyznačeném na následujícím obrázku červenou linií. Předpokládané/ilustrační umístění racků je vyznačeno žlutou barvou a popisy „VC III“. Umístění může být předmětem změny ze strany zadavatele, nebo po dohodě se zadavatelem.



- SPEC_260 Vzdálenost racků od překážek (zdí, sloupů, řad dalších racků) a způsob instalace zařízení v rackech musí umožňovat bezproblémový návoz, instalaci, výměnu a následný servis všech zařízení.
- SPEC_261 Umístění a připojení veškerého instalovaného zařízení dodaného řešení nesmí omezit možnosti servisních a revizních zásahů na elektroinstalaci, chladicích rozvodech, vzduchotechnice a bezpečnostních systémech (čidla apod.).
- SPEC_262 Postavení racků na podlaze datového sálu musí být stabilní a bezpečné, hmotnost racků musí být vhodně rozložena. Musí být respektována konstrukce a únosnost podlahy (25 kN/m²). V případě, že by rack působil zátěž bodově nebo na malou plochu, musí být použit roznášecí rám. Úpravy podlahových dlaždic (prostupy do prostoru zdvojené podlahy) musí být provedeny způsobem, kterým nedojde ke snížení únosnosti podlahy. Úpravy podlahových dlaždic musí být provedeny se souhlasem zadavatele a v součinnosti se smluvní společností zadavatele poskytující servis datového centra.
- SPEC_263 Provedení veškeré kabeláže uvnitř i vně racků musí zajišťovat spolehlivé připojení, umožňovat manipulaci se zařízeními (např. při servisu zařízení) a bránit poškození kabelů při manipulaci. Prostupy do podvěšeného kovového podhledu datového sálu musí být osazeny průchodkami Panduit RFG10X8Y, které jsou aktuálně použity na datovém sálu, nebo, po předchozím schválení

ze strany zadavatele, kabelovými průchodkami s textilním neprodyšným návlekm s obdobnými funkčními, rozměrovými a materiálovými vlastnostmi. Dodavatel je povinen zajistit osazení průchodkami včetně vyřezání otvoru do kovové stropnice. Kabeláž do storage sítě a do WAN racku bude vedena kabelovými žlaby.

- SPEC_264 Veškeré kabeláže uvnitř i vně racku musí být jednoznačně identifikovatelné, tzn. opatřeny štítky s údaji odkud a kam kabeláž vede. U kabeláže vně racku zadavatel dále požaduje označení kabeláže tak, aby bylo zřejmé, ke kterému systému kabeláž náleží.
- SPEC_265 Zařízení umístěná v racku musí být orientována tak, aby všechna nasávala vzduch na stejné straně racku.
- SPEC_266 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést schéma navrhovaného umístění zařízení Velkého clusteru v datovém sálu datového centra zadavatele.

Napájení

- SPEC_267 Řešení napájení a provoz Velkého clusteru musí respektovat omezení zadavatele, zejména parametry napájecích okruhů.
- SPEC_268 Pro napájení Velkého clusteru jsou k dispozici nezávislé napájecí větve A a B datového centra.
- SPEC_269 Výpadek či odstávka napájecího okruhu nebo napájecí větve nesmí způsobit poškození žádného zařízení a nesmí způsobit ohrožení zdraví osob či majetku.
- SPEC_270 Výpadek či odstávka libovolného jednoho napájecího okruhu nebo napájecí větve nesmí způsobit:
- nedostupnost či výpadek služeb superpočítače s výjimkou služeb Výpočetních serverů
 - nedostupnost více než 67 % Akcelerovaných výpočetních serverů
- Po obnovení napájení napájecího okruhu nebo napájecí větve musí být automaticky zajištěna redundance napájení všech zařízení.
- SPEC_271 Pro řešení redundance napájení zařízení nesmí být použity ATS switche.
- SPEC_272 Systémy Velkého clusteru musí rovnoměrně zatěžovat napájecí větve a jednotlivé fáze elektrického napájení.
- SPEC_273 Dodavatel je povinen zajistit implementaci měření spotřeb racků do monitorovacích systémů zadavatele.
- SPEC_274 Pro distribuci napájení zadavatel využívá rozvaděče označované jako PDB (power distribution box). Pro instalaci systému je dodavatel povinen dodat kompatibilní PDB s odpovídajícím jištěním v počtu odpovídajícím požadavkům dodávaného systému.
- SPEC_275 Technické parametry dodávaných PDB musí dodavatel konzultovat se smluvní společností zadavatele poskytující servis datového centra. Jedná se zejména o typ a rozměry skříně, stanovení počtu přípojných bodů v závislosti na požadovaném jištění, návrh vnitřního vstrojení včetně částí pro vzdálený monitoring, integraci do stávajícího systému Měření a regulace (MaR) zadavatele, návrh a zajištění instalace systému měření parametrů napájení.
- SPEC_276 Pro měření parametrů napájení využívá zadavatel systém Socomec Digiware. Dodavatel musí v rámci realizace jím nabízeného řešení zajistit plnou kompatibilitu se stávajícím systémem zadavatele. Na základě zmapování trhu doporučuje zadavatel použít systém Socomec Digiware i pro řešení dodavatele, a to zejména ve snaze předejít dodatečným nákladům na straně
-

dodavatele. Obecně však zadavatel připouští využití jakéhokoli řešení zajišťujícího plnou kompatibilitu se stávajícím systémem zadavatele.

Množství modulů použitých v PDB a jejich typy jsou závislé na konkrétním vstrojení PDB a aktuální nabídce výrobce. Na sběrnici RS485 bude jako komunikační protokol MODBUS RTU.

Příklady instalovaných modulů jsou:

- komunikační modul C31,
- napěťový modul U30,
- modul měření 3f proudu S135 adresovatelný jako tzv. MODBUS adresa.

V případě použití nových typů modulů musí být zajištěn původní nebo větší rozsah měřených veličin a parametrů modulů uvedených v příkladu.

SPEC_277 V případě nutnosti dělení napájení z 3f připojení na 1f vedení je nutné použití splitter boxů. Splitter box musí mít jištění každé fáze a musí být parametrově shodný s typem výrobku GEIST SB-3P32A-SP32A.

SPEC_278 V prostoru určeném pro umístění VCIII jsou dostupné napájecí větve 3A a 3B, kde každá z větví umožňuje umístit až 3 PDB. V případě nutnosti umístění většího počtu PDB či přesunu stávajících v prostoru umístěných PDB je možné využít volné pozice na napájecích větvích 5A a 5B. Veškeré náklady spojené s přesunem PDB zadavatele do nových pozic a s provedením revizí nese dodavatel. Zadavatel pro realizaci řešení vyčlenil 4 ks PDB s jištěním 32 A a šesti třífázovými přípojnými body opatřenými koncovkami PKY32G435. Dodavatel může tyto PDB využít pro realizaci jím nabízeného řešení a zohlednit využití těchto PDB boxů ve své nabídce.

SPEC_279 Řešení musí počítat s maximálním provozním příkonem všech dodaných zařízení.

SPEC_280 Velký cluster musí umožňovat vypnutí celého systému. Velký cluster musí umožnit korektní vypnutí celého systému nejdéle za 30 minut.

SPEC_281 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést energetickou kalkulaci. Energetická kalkulace musí obsahovat:

- maximální elektrický příkon celého řešení,
- elektrický příkon pro každý osazený rack či samostatně umístěné zařízení.

SPEC_282 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést schéma a parametry napojení Velkého clusteru na elektrické rozvody datového centra.

Chlazení

SPEC_283 Řešení chlazení a provoz Velkého clusteru musí respektovat omezení zadavatele, zejména parametry chladicích okruhů datového centra a limity prostoru pod zdvojenou podlahou.

SPEC_284 Řešení musí zajistit dostatečné chlazení všech dodaných zařízení.

SPEC_285 Veškeré systémem generované teplo musí být odvedeno do kapalinových chladicích okruhů datového centra. Chlazení Velkého clusteru musí jako zdroj chladu používat výhradně dostupných chladicích kapalinových okruhů studené a teplé vody, tyto jsou považovány za primární. Vnitřní chladicí okruhy zařízení dodavatele (např. CDU) jsou považovány za sekundární.

SPEC_286 Teplo emitované zařízeními Velkého clusteru do prostoru vně racků (týká se zejména zařízení chlazených pomocí okruhů teplé vody) musí být dochlazeno/kompenzováno pomocí chlazení napojeného na chladicí okruhy studené vody.

- SPEC_287 Řešení nesmí pracovat s tepelnou kapacitou vzduchu datového sálu anebo s předpoklady proudění vzduchu v datovém sálu, zejména mimo prostor použitý pro umístění Velkého clusteru. Provoz Velkého clusteru nesmí způsobovat lokální oblasti vysoké teploty, anebo proudění horkého vzduchu datového sálu mimo uzavřené prostory zařízení Velkého clusteru.
- SPEC_288 Řešení Velkého clusteru musí poskytovat dlouhodobý provoz pod plnou zátěží při vstupní teplotě primárních chladicích okruhů teplé vody (okruhů chlazení datového centra zadavatele) **38°C**.
- SPEC_289 Výpočetní servery musí používat přímé kapalinové chlazení (Direct Liquid Cooling - DLC). Pomocí DLC musí být chlazeny zejména tyto komponenty Výpočetních serverů: CPU, GPU a síťové adaptéry Výpočetní sítě. DLC chlazení musí využívat chladicí okruhy teplé vody.
- SPEC_290 Výpadek či odstávka chladicího okruhu nesmí způsobit poškození žádného zařízení a nesmí způsobit ohrožení zdraví osob či majetku. V případě rizika překročení maximální provozní teploty zařízení či komponent zařízení (např. při výpadku chladicího okruhu) musí automaticky a včas proběhnout odstávka postižených zařízení tak, aby nedošlo k přehřátí nebo poškození zařízení či komponent.
- SPEC_291 Výpadek či odstávka libovolného jednoho chladicího okruhu nesmí způsobit nedostupnost či výpadek služeb superpočítače s výjimkou služeb Výpočetních serverů
Rozložení zátěže na chladicí okruhy musí být koncipováno tak, aby byly obsahově naplněny požadavky SPEC 292 až 294.
- SPEC_292 Připojení Velkého clusteru k primárním chladicím okruhům studené vody musí umožňovat samostatně vzdáleně řízené přepínání mezi dvěma primárními chladicími okruhy. Pro vyloučení pochybností – takové připojení lze použít pro chlazení více zařízení/racků.
Přepínání okruhů nesmí způsobit nedostupnost či výpadek služeb či poškození žádného zařízení. Přepínání okruhů nesmí způsobit nežádoucí propojení primárních okruhů. Přepnutí mezi chladicími okruhy musí proběhnout v čase kratším než 3 minuty.
Vzdáleně řízené přepínání chladicích okruhů musí být integrováno do systému Měření a regulace (MaR) zadavatele. Integraci provede dodavatel, na náklady dodavatele, ve spolupráci se zadavatelem. Řešení musí být kompatibilní s technologií MP-Bus, musí poskytovat rozhraní MP-Bus a fungovat jako zařízení MP-Bus Slave řízené MaR MP-Bus Masterem.
- SPEC_293 Připojení Velkého clusteru k primárním chladicím okruhům teplé vody musí umožňovat manuální přepínání mezi dvěma primárními chladicími okruhy. Pro vyloučení pochybností – takové připojení lze použít pro chlazení více zařízení/racků. Použité ventily pro manuální přepínání musí umožnit dodatečnou případnou instalaci vzdáleně řízených servopohonů. Tato možnost přepínání nesmí být uvažována pro standardní provoz.
- SPEC_294 Úpravy rozdělovačů chlazení datového centra a připojení na rozdělovače chlazení datového centra musí být provedeny v součinnosti se smluvní společností zadavatele poskytující servis datového centra, a to na náklady dodavatele.
- SPEC_295 Dodavatel se zavazuje doplnit zadavateli množství chladicí směsi vyplývající z objemových potřeb dodaných zařízení, nově instalovaných rozvodů a úniků spojených s instalací řešení. Základem
-

- SPEC_300 Veškeré přechodové lišty, prahy a šikminu v m. č. 219 je nutné při transportu technologií ochránit dřevěnými deskami nebo silnou vrstvou gumy, které si zajistí dodavatel.
- SPEC_301 Z důvodu nižší nosnosti podlahy v m. č. 218 (5,0 kN/m²) není možné v tomto prostoru nic dlouhodobě skladovat.
- SPEC_302 Odstranění transportních obalů musí proběhnout mimo prostor datového sálu, m. č. 223.

Prostředí

- SPEC_303 Při integraci a provozu musí být zajištěny tyto vlastnosti a parametry prostředí:
- Teplota vzduchu 22 °C až 25 °C
 - Nekondenzující vlhkost
 - Relativní vlhkost 20-60 %
- SPEC_304 V prostoru datového sálu je snižená hladina kyslíku na 15 % a platí zde režimová opatření. Osoby nacházející se na datovém sále musí sledovat délku svého pobytu na sále a každé 2 hodiny musí alespoň na 15 min odejít do normoxického prostředí.

Implementace a další aktivity

Implementace

- SPEC_305 Součástí dodávky musí být komplexní implementace Velkého clusteru tak, aby byly splněny všechny požadavky zadavatele.
- SPEC_306 Součástí dodávky musí být návrh, doprava, instalace, zprovoznění, konfigurace, ladění, testování všech systémů a provedení akceptačních testů.

Školení

- SPEC_307 Součástí dodávky musí být školení v rozsahu a detailu dostatečném pro získání a osvojení znalostí potřebných pro samostatné provozování a správu Velkého clusteru.
- SPEC_308 Školení musí poskytnout informace potřebné pro pochopení vnitřního fungování systémů, funkčních celků, hardware a software. Školení musí zahrnovat důkladné seznámení s provozními postupy a správou systému.
- SPEC_309 Školení musí být v rozsahu minimálně 12 hodin, počet účastníků školení nesmí být omezen na méně než 16 účastníků. Účastníky školení budou pracovníci IT zadavatele se zkušenostmi s IT problematikou na různé úrovni v různých oblastech.
- SPEC_310 Školení musí zahrnovat představení technologií, postupů a nástrojů pro správu systému, praktické ukázky a práci s reálným systémem. Praktické ukázky a práce s reálným systémem musí probíhat na Velkém clusteru.
- SPEC_311 Školení musí vést erudovaní školitelé. Školení musí probíhat v českém nebo v anglickém jazyce.
- SPEC_312 Součástí dodávky musí být i poskytnutí výukových materiálů a prezentací v anglickém jazyce.
- SPEC_313 Časový harmonogram a detailní plán školení bude vypracován ve spolupráci s projektovým manažerem zadavatele.
-

SPEC_314 (I) Dodavatel musí v nabídce uvést základní harmonogram a obsah školení.

Dokumentace

SPEC_315 Součástí dodávky musí být vypracování a dodání komplexní dokumentace Velkého clusteru.

SPEC_316 Dokumentace musí komplexně pokrývat všechny dodávané systémy a musí být logicky navržena a strukturována. Součástí dokumentace musí být dokumentace skutečného stavu a dokumentace provozních postupů (provozní manuály). Dokumentace musí pokrývat rovněž postup zapnutí a vypnutí systému.

SPEC_317 Součástí dokumentace musí být též poskytnutí dokumentace dodávaného hardware a software (manuály) v anglickém jazyce. Dokumentace musí být poskytnuta v elektronické podobě umožňující kopírování textu.

Prohlášení o shodě

SPEC_318 Ke všem dodaným systémům a zařízením musí být doloženo prohlášení o shodě.

Likvidace odpadů

SPEC_319 Součástí dodávky musí být průběžná likvidace veškerých odpadů vzniklých realizací dodávky. Zadavatel není povinen a nebude uchovávat obaly, obalový materiál.

Požadavky na obsah Návrhu technického řešení

Návrh Velkého clusteru musí obsahovat detailní popis architektury řešení, použitých technologií, funkcionalitu a vlastností řešení, uvedení konkrétního počtu a konkrétních konfigurací zařízení, konkrétního počtu licencí a konkrétních názvů software a způsob naplnění požadavků zadavatele.

Návrh Velkého clusteru musí být poskytnut v elektronické formě umožňující kopírování textu.

Licenční podmínky budou vloženy do příslušné přílohy závazného vzoru smlouvy.

Infrastruktura zadavatele

Systém Velký cluster bude instalován a provozován v datovém sálu datového centra zadavatele v budově IT4Innovations. Budova IT4Innovations se nachází v areálu kolejí Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava na adrese Studentská 6231/1B, 708 00 Ostrava-Poruba.

V datovém sále jsou umístěny stávající systémy zadavatele, včetně superpočítačů Barbora, Barbora-ng a Karolina.

Datový sál není vybaven racky pro umístění systému Velký cluster.

Dispozice sálu

Ve druhém nadzemním podlaží budovy IT4Innovations se nachází datový sál (místnost č. 223) o výměře 511,1 m², rozměrech 24,97 x 20,47 m a světlé stavební výšce 4,5 m. Sál je koncipován jako samostatný, stavebně nedělený prostor.

V datovém sále je instalována systémová antistatická podlaha rastru 600x600 mm a výšky 900 mm a dále těsný stropní podhled rastru 600x600 mm, podvěšený 700 mm pod stavebním stropem. Světlá výška mezi systémovou podlahou a stropním podhledem činí 2,9 m.

Podlaha

Zdvojená podlaha výška 980 mm – systémové řešení. Zatížení 2500 kg/m² (25 kN/m²).

Rámová konstrukce je tvořena z ocelových "C" profilů v rastru 600x600 mm. Podpůrné sloupky tvořeny výškově rektifikovanými stojkami s montážně nastavitelnou hlavou. Sloupky a vodorovné rámy jsou propojeny pevným šroubovaným spojením.

Zakrytí je provedeno z panelů s jádrem na minerální bázi (třída reakce na oheň dle EN 13501 A2). Spodní líc panelu s AL folií. Boky panelů jsou opatřeny plastovou hranou. Horní povrch s nalepeným PVC. Povrch v antistatické úpravě.

Stropní podhled

Pod stropem je podvěšený kovový podhled z galvanizované oceli 600x600x33 mm, zkosená hrana o 3 mm zaklapnutá do skryté konstrukce, hladký povrch bez perforace, UV stabilní elektrostaticky nanášený polyesterový lak. Revizní kazety doplněny klipy pro vyklápění kazet směrem dolů.

Skrytá závěsná kovová konstrukce s U-profilem a kolmým DP-profilem je zavěšená pomocí závitových tyčí.

Napájení

Hlavní napájecí větev:

Topologie: Dvě nezávislé napájecí větve, redundance 1+1

Rozvodná soustava NN: 400/230 V;3+N+PE; 50 Hz; TN-S

Distribuční přípojnice:

Počet distribučních přípojnic: 5ks pro každou napájecí větev

Jmenovitý proud distribučního systému: 800 A

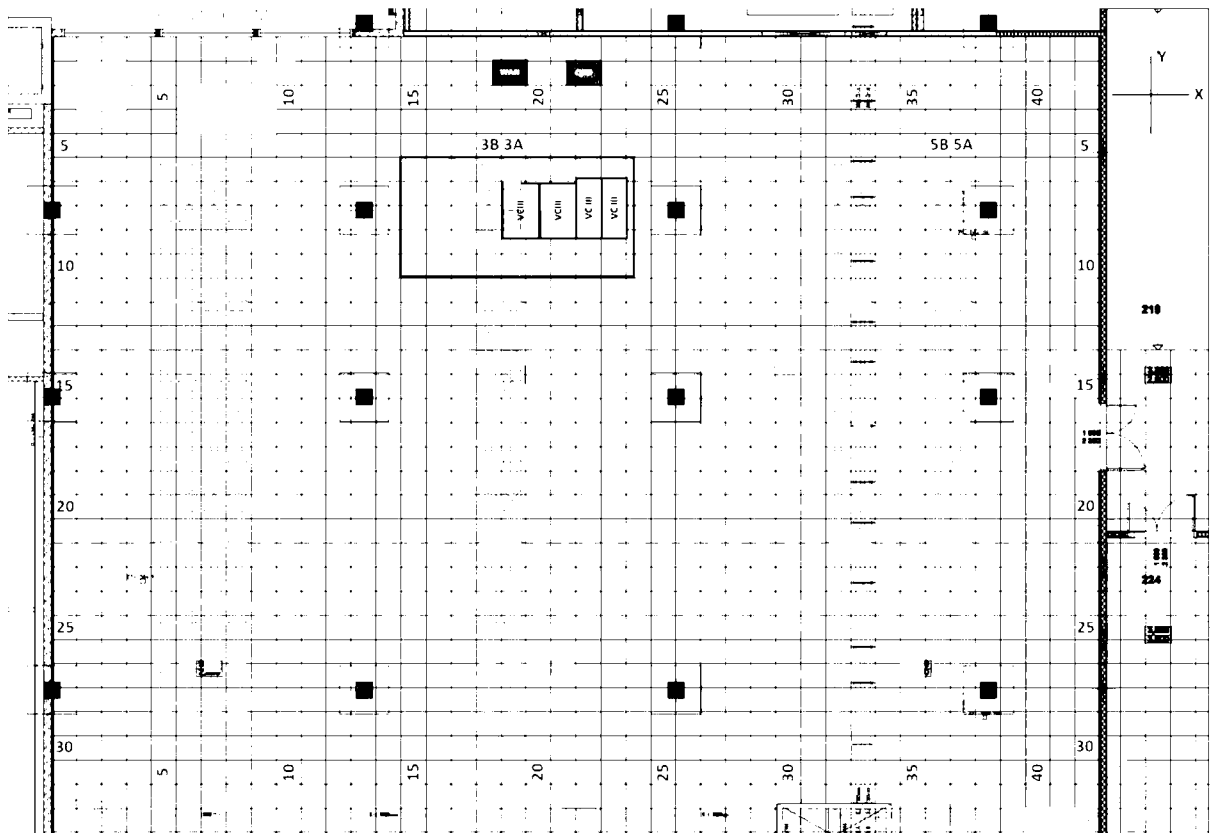
Napájecí soustava distribuční přípojnice: TN-S 3x400/230 V 50 Hz

Jmenovitý výkon distribuční přípojnice: 552 kVA

Umístění distribučního systému : pod zdvojenou podlahou

Způsob napojení na distribuční systém: pomocí rozvaděče PDB

Způsob připojení IT technologie: pomocí průmyslových zásuvek IEC60309



Chlazení

Chlazení pro datový sál poskytuje pět samostatných chladicích kapalinových okruhů – dva okruhy teplé vody teploty a tři okruhy studené vody.

V datovém sále jsou ve zdvojené podlaze vyhotoveny tři větve z každého z pěti chladicích okruhů. Na větvích jsou pro napojení technologie připraveny odbočky s bezúkapovými uzávěry DN65. Odbočky jsou umístěné pod technologickou podlahou datového sálu a jsou přístupné po vyjmutí některé z dlaždic technologické podlahy.

Základní parametry chladicích okruhů, včetně údajů pro připojení:

TV1 – okruh Teplé Vody – červený:

- Hydraulické zakončení: Victaulic UK 76,1
- Pracovní tlak: 4,5 bar
- diferenční tlak pro datový sál: 50 kPa
- Průtok: 40 m³/hod
- Vstupní teplota chladícího média: 30 °C

TV2 – okruh Teplé Vody – žlutý:

- Hydraulické zakončení: Victaulic UK 76,1
- Pracovní tlak: 4,5 bar
- diferenční tlak pro datový sál: 50 kPa
- Průtok: 40 m³/hod
- Vstupní teplota chladícího média: 30 °C

SV1 – okruh Studené Vody – zelený:

- Hydraulické zakončení: Victaulic UK 76,1
- Pracovní tlak: 4,5 bar
- diferenční tlak pro datový sál: 100 kPa
- Průtok: 20 m³/hod
- Vstupní teplota chladícího média 11,5 °C

SV2 – okruh Studené Vody – modrý:

- Hydraulické zakončení: Victaulic UK 76,1
- Pracovní tlak: 4,5 bar
- diferenční tlak pro datový sál: 100 kPa
- Průtok: 20 m³/hod
- Vstupní teplota chladícího média 11,5 °C

SV3 – okruh Studené Vody – tyrkysový:

- Hydraulické zakončení: Victaulic UK 76,1
- Pracovní tlak: 4,5 bar
- diferenční tlak pro datový sál: 100 kPa
- Průtok: 20 m³/hod
- Vstupní teplota chladícího média 11,5 °C

Jedná se o stávající hodnoty parametrů chladicích okruhů. Pro akceptaci Velkého clusteru bude použit chladicí okruh teplé vody, následujících parametrů:

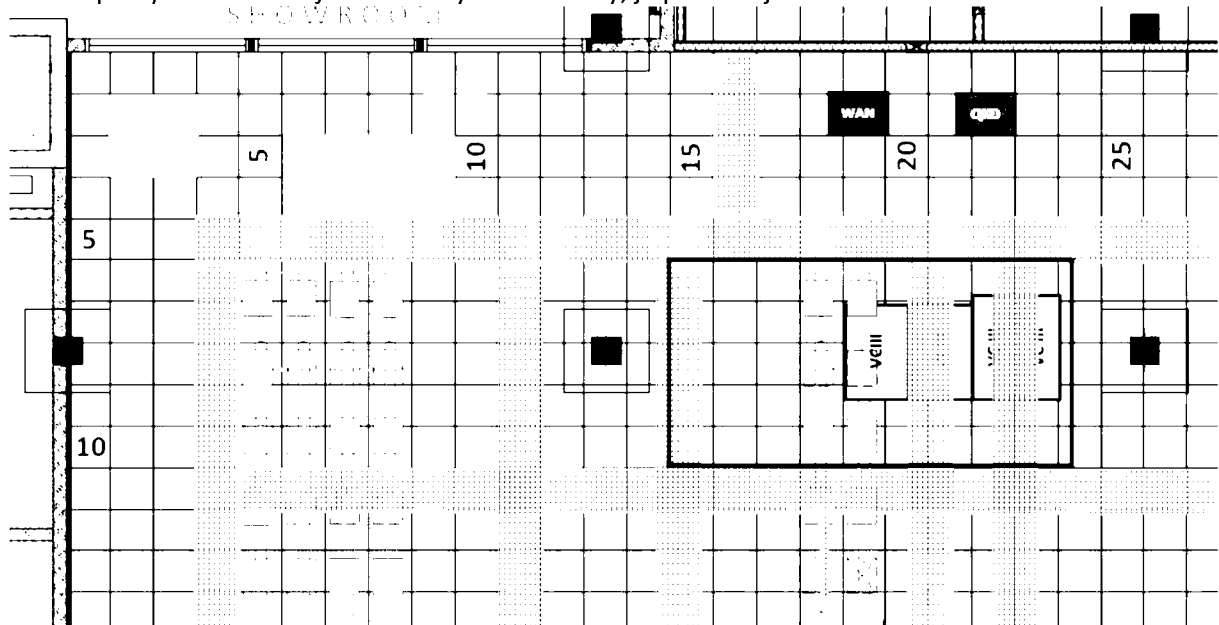
- Hydraulické zakončení: Victaulic UK 76,1
 - Pracovní tlak: 4,5 bar
 - diferenční tlak pro datový sál: 50 kPa
 - Průtok: 40 m³/hod
 - Vstupní teplota chladícího média: 38 °C
-

WAN síť

WAN síť zadavatele je postavena na technologii 100Gb/s Ethernet a je tvořena dvěma hraničními prvky – L3 switchi Cisco Nexus 9336C-FX2 s porty QSFP28. Hraniční prvky jsou vzájemně propojeny čtyřmi 100Gb/s propoji.

Hraniční prvky WAN sítě zadavatele jsou umístěny ve WAN racku.

Hraniční prvky WAN sítě nejsou osazeny transceivery, je potřeba je dodat.



Storage síť

Storage síť zadavatele je nazývána ethernetová síť, která připojuje centrální úložiště zadavatele a zpřístupňuje je (pomocí specializovaných síťových bran a připojením do WAN/LAN sítě) na výpočetní a další systémy zadavatele. Do storage sítě zadavatele jsou v době přípravy dokumentu připojeny čtyři bloky úložiště PROJECT.

Storage síť zadavatele je postavena na technologii 100Gb/s Ethernet a je tvořena dvěma hraničními prvky – L3 switchi Cisco Nexus 9336C-FX2 s porty QSFP28. Hraniční prvky jsou vzájemně propojeny čtyřmi 100Gb/s propoji. Storage síť je připojena do centrální 100Gb/s WAN/LAN sítě zadavatele čtyřmi 100Gb/s propoji.

Hraniční prvky storage sítě zadavatele jsou umístěny ve dvou rackích úložiště PROJECT, v horní části racku.

Hraniční prvky storage sítě nejsou osazeny transceivery, je potřeba je dodat.

OOB síť

Stávající OOB síť zadavatele je tvořena prvky:

- OOB router Cisco 2901/K9, konsolové moduly HWIC-16A (kabely typu CAB-HD8-ASYNC)
- OOB switch Cisco C3750X-48TS-S, porty 10/100/1000BaseTX

OOB zařízení jsou umístěna ve WAN racku.

Příloha č. 8

Podrobná pravidla řízení změn

1. Každý změnový požadavek musí být druhé smluvní straně předložen písemně, a to prokazatelným způsobem.
 2. Změnový požadavek se stává změnou v okamžiku schválení změnového požadavku.
 3. Každá změna musí být ještě před svým zapracováním písemně schválena oběma smluvními stranami, a to dokumentem nazvaným „*Záznam o schválení změnového požadavku*“.
 4. Změnou nesmí být narušen účel této Smlouvy.
 5. Obě smluvní strany jsou povinny vyvinout maximální úsilí při jednání o změnovém požadavku ve snaze najít oboustrannou shodu.
 6. Výsledkem jednání o změnovém požadavku může být i jeho odmítnutí, v takovém případě bude do dokumentu „*Záznam o schválení změnového požadavku*“ jasně a srozumitelně uvedeno, proč poptávaná smluvní strana požadavek na změnu zamítá.
 7. Součástí dokumentu „*Záznam o schválení změnového požadavku*“ budou především následující náležitosti:
 - a) Identifikace smluvní strany, jež o změnu žádá.
 - b) Co možná nejpřesnější popis změnového požadavku vč. případných nákresů, schémat a dalších náležitostí, jež požadovanou změnu do detailu popisují.
 - c) Vyjádření dopadu změny na sledovaný parametr Systému.
 - d) Opravný mechanismus umožňující smluvní straně, jež bude změnový požadavek zapracovávat, od změnového požadavku ustoupit v případě, že nastanou okolnosti vylučující zapracování změnového požadavku, které nebyly v době schvalování změnového požadavku známy.
 - e) Bude obsahovat Hodnocení důsledků ve smyslu odst. 5.2 Smlouvy, pokud bylo Hodnocení důsledků vypracováno.
 8. Sledovaný parametr projektu dotčený změnovým požadavkem se v okamžiku schválení změnového požadavku mění způsobem, který je popsán v dokumentu „*Záznam o schválení změnového požadavku*“.
-

Příloha č. 9

Požadavky na akceptační testy

Akceptační testy budou prováděny za účasti obou smluvních stran.

Akceptačních testy musí respektovat požadavky a informace zadávací dokumentace veřejné zakázky.

Akceptační testy musí zahrnovat:

- 1) Prokázání faktického stavu dodaných zařízení, licencí atd.
 - 2) Ověření integrace do datového centra zadavatele
 - a) Ověření realizace racků, kabeláže, servisovatelnosti
 - b) Ověření realizace napájení
 - c) Ověření maximálního elektrického příkonu
 - d) Ověření rovnoměrného zatížení fází napájení
 - e) Ověření dostupnosti řešení odstávkou napájecího okruhu
 - f) Ověření implementace měření spotřeb racků
 - g) Ověření realizace chlazení
 - h) Ověření parametrů chlazení
 - i) Ověření dostupnosti řešení odstávkou chladicího okruhu
 - j) Ověření přepínání chladicích okruhů
 - k) Ověření revizních zpráv a protokolů instalace zařízení
 - 3) Ověření parametrů a vlastností Výpočetního clusteru a Výpočetních serverů
 - a) Výpočetní výkon LINPACK Výpočetního clusteru
 - b) Výpočetní výkon LINPACK GPU akceleratorů Akcelerovaných výpočetních serverů
 - c) Ověření rovnoměrného připojení GPU a síťových adaptérů na instalovaná CPU
 - 4) Ověření parametrů a vlastností Výpočetní sítě
 - 5) Ověření parametrů a vlastností úložišť
 - a) Kapacita a rychlosti úložiště HOME
 - b) Kapacita a rychlosti úložiště SCRATCH
 - c) Kapacita a rychlosti úložiště infrastruktury
 - d) Ověření dostupnosti úložišť
 - e) Ověření vlastností úložišť, práva, kvóty
 - 6) Ověření dostupnosti řešení při výpadku Infrastrukturního serveru
 - 7) Ověření řešení zálohování
 - a) Kapacita zálohování
 - b) Ověření implementace zálohovací politiky
 - c) Záloha dat
 - d) Obnova dat
 - i) Obnova fyzického serveru
 - ii) Obnova souborů úložiště HOME
 - iii) Obnova souborů úložiště infrastruktury
 - 8) Ověření řešení síťové infrastruktury
 - a) Ověření rychlostí
 - b) Ověření dostupnosti
 - c) Ověření adresace a jmenných služeb
-

- d) Ověření integrace do WAN sítě
 - e) Ověření integrace do storage sítě
- 9) Ověření softwarového řešení
- a) Ověření integrace uživatelských účtů
 - b) Ověření plánovače
 - c) Ověření vzdálené správy serverů a zařízení
 - d) Ověření vzdálené instalace a bootování serverů
 - e) Ověření monitoringu
 - f) Ověření logování
 - g) Ověření bezpečnosti
- 10) Ověření spolehlivého, stabilního fungování Systému (testy stability) plným zatížením výkonnostními testy řízenými Plánovačem po dobu 72 hodin

Ověřování dostupnosti řešení ICT systémů se bude provádět násilným vypnutím libovolného serveru řešení, vypnutím napájecího okruhu, vytažením napájecího kabelu, vytažením kabelu sítě, vytažením disku ze zařízení datového úložiště a podobně.

Provádění testů bude uzpůsobeno designu dodávaného řešení tak, aby byly reálně ověřeny důležité vlastnosti a parametry požadované zadávací dokumentací veřejné zakázky.
