



Financováno
Evropskou unií
NextGenerationEU



Národní
plán
obnovy



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Transformace ČZU s cílem adaptace na nové formy učení a měnící se potřeby trhu práce

A 1.1 Virtuální učebny

datum



Česká zemědělská
univerzita v Praze

Univerzita plná života

CZU.CZ



**Financováno
Evropskou unií**
NextGenerationEU



**Národní
plán
obnovy**



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Zpracoval: Vojtěch Burian
Pozice: specialista VDI
Pracoviště: Rektorát
Oddělení OIKT

Česká zemědělská univerzita v Praze
Kamýcká 129, 165 00 Praha-Suchdol
Praha 2022, © ČZU v Praze www.czu.cz



Financováno
Evropskou unií
NextGenerationEU



Národní
plán
obnovy

MS
MT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Obsah

Obsah	3
1 Úvod	5
1.1 Popis současného stavu	6
1.1.1 Počet učeben	6
1.1.2 Počet PC	7
1.1.3 Způsob využití	8
1.1.4 Nevýhody stávajícího řešení	9
1.2 Proof of Concept	10
1.2.1 VDI řešení pro Provozně ekonomickou fakultu	10
1.2.2 VDI řešení pro Technickou fakultu	10
1.2.3 Testování prostředí Microsoft Azure	11
1.2.4 Appvolumes	11
2 Návrh řešení – funkční požadavky	12
2.1 Virtuální učebny (PC na učebně)	12
2.2 Virtuální učebny (mimo učebnu)	13
2.3 Sdílený diskový prostor	13
2.4 Podpora pro studenty a doktorandy	14
2.5 Využití specifických prostředků	14
2.6 Portál pro obsluhu	14
2.6.1 Popis řešení	14
2.6.2 Softwarová specifikace portálu	16
2.6.3 Požadavky na výstupy projektu	17
2.6.4 Funkční požadavky	18
2.6.5 Nefunkční požadavky	20
2.6.6 Role v systému	22
2.6.7 Případy použití	22
3 Přístup k tématu ve světě	25
3.1 Příklady typických řešení na českých univerzitách	25

[Název]

3.2	Příklady typických řešení na světových univerzitách	27
3.2.1	Porovnávané univerzity	27
3.2.2	Porovnávané parametry	27
3.3	Porovnání řešení ČZU se světem	33
4	Závěr	34
4.1	Výsledná varianta řešení	34
4.2	Hardwarová specifikace	35
4.3	Návrh technické realizace	38
4.4	Podklady výběrové řízení	41
4.4.1	Předmět zakázky	41
4.4.2	Cíle projektu	41
4.4.3	Požadavky na dodávku	42
4.4.4	Aplikační architektura	44
4.4.5	Funkční požadavky, nefunkční požadavky a případy použití	44
5	Seznam zkratk	46
6	Použité zdroje	46

1 Úvod

Rozsah on-line výuky se v poslední době výrazně rozšířil, a to nejen v souvislosti s pandemií Covid-19, ale také v souvislosti se strategickým záměrem MŠMT, který počítá s nárůstem uplatnění distančních forem výuky.

Cílem virtualizace desktopů na počítačových učebnách je v prvé řadě snaha o zjednodušení a centralizaci správy. Dalšími výhodami je nabídka vyšší variability nabízených služeb, kdy v rámci jednoho připojení může mít uživatel k dispozici více virtuálních PC, které jsou nastaveny s ohledem na vyučovaný předmět, hardwarové požadavky (HW) instalovaného software (SW), jazykovou mutaci a podobně. Nespornou výhodou je i možnost připojení se k virtuálnímu PC nezávisle na operačním systému klienta. Pomocí softwarového klienta je možná plnohodnotná práce z většiny operačních systémů – kromě většinou rozšířených Windows také MacOS, Android nebo různé linuxové distribuce.

Tímto je dána studentům možnost se připojit na výuku nejen v rámci PC na učebnách, ale i ze svých zařízení jak na univerzitě, tak i mimo ni (z domova, ze zahraniční stáže a podob.).

Zřetel je také kladen na bezpečnost. Virtuální PC je pro uživatele sestaveno na základě jeho požadavku z předem připravené šablony a na konci jeho práce je virtuální PC odstraněno. Tím je zajištěno, že obsahuje jen software, který má být uživateli k dispozici a není možnost trvale uživatelem ovlivnit softwarové vybavení virtuálního PC.

V případě potřeby je díky virtualizaci možno operativně upravovat SW i HW vybavení virtuálních PC dle požadavků vyučujícího.

Celé řešení virtuálních PC je realizováno na robustním serverovém hardware s určitým stupněm redundance, s cílem vysoké dostupnosti a spolehlivosti.

Do budoucna je možno použitím tenkých klientů typu „zero client“ ušetřit značné finanční náklady jak na pořízení, tak provoz těchto koncových zařízení. Další možností je využití stávajícího HW vybavení na učebnách, kdy se z PC stane jen terminál pro připojení k virtuálnímu PC. V tomto režimu jsou kladeny minimální požadavky na výkon a HW vybavení na učebně.

Cílem tohoto projektu je:

- Optimalizace správy učeben
- Podpora mobility studentů
- Podpora hybridní výuky
- Podpora vzdáleného studia
- Podpora samovzdělávání
- Snížení náročnosti obsluhy učeben
- Zjednodušení a urychlení aktualizací a instalací SW
- Dostupnost licencí omezených na vnitřní síť ČZU
- Snížení nákladů a nároků na koncový HW

Pro realizaci výše uvedených cílů je nutné pořízení odpovídajícího HW a SW vybavení, které bude zaintegrováno do stávající infrastruktury ČZU.

1.1 Popis současného stavu

V současné době je vybudována platforma virtuálních počítačů pouze pro oblast back-office, tedy pro zaměstnance a pro přístup ke klíčovým aplikacím. Současné řešení se skládá ze čtyřech fyzických serverů, na kterých je provozováno zhruba 100 současně pracujících uživatelů. Zkušenosti prokázaly přínosy tohoto řešení, které je možno využít v rámci vytvoření virtuálních učeben. Toto řešení by umožňovalo realizovat výuku nezávisle na lokalitě. Další nespornou výhodou je efektivní správa jednotlivých učeben, kde za pomoci managementu lze vytvářet či upravovat jednotlivé profily virtuálních PC. Takto připravené učebny mohou být připraveny pro individuální cvičení studentů, ať již z důvodu samostatné práce studentů, distanční výuky nebo pandemické situace. Virtualizace počítačů a tvorba virtuálních učeben přispěje k zefektivnění využití IT infrastruktury a zjednodušení obsluhy.

V současné době je na učebnách přibližně 1200 koncových stanic, z toho 972 na učebnách počítačových. Stanice je možné využívat pouze při prezenční výuce na fakultách v rámci definovaného rozvrhu. Příprava učeben na každý semestr trvá v současnosti přibližně 8 týdnů.

V rámci přípravy je nutno aktualizovat seznamy vyučovaných SW kantory na konkrétních učebnách. Tyto seznamy aktualizují zástupci fakult formou dotazníků. Dále je SW zapotřebí updatovat ve vzorové image podle dostupných aktualizací výrobce SW. Vytvoření imagí pro jednotlivé fakulty vytváříme v programu VMware workstation. Poté je na řadě samotné imagování, které obnáší doručení průměrně 100GB image na každou koncovou stanici a následně zpětně předat kantorům pro otestování funkčnosti, aby se minimalizovala situace, že daný SW po aktualizaci nefunguje tak, jak bylo očekáváno. Zpětnou vazbu komplikuje častá nepřítomnost pedagogů během letních prázdnin. V případě virtuálních učeben by bylo možné tuto spolupráci provádět i vzdáleně. Stejně je postupováno v případě instalace zcela nového SW, který se prvotně zavádí do výuky. Tento proces se během prázdnin opakuje několikrát dokola, podle toho, jak se scházejí připomínky a návrhy od pedagogů. Celá takto připravená a otestovaná image se následně distribuuje na koncová zařízení. Samotná distribuce je řešena OS deploymentem pomocí nástroje Ivanti Endpoint Manager. Tento proces je časově velmi náročný, jeho délka se odvíjí od počtu PC na učebně a velikosti výsledného image. Distribuce připravených instalací pro PC na učebnách klade vysoké požadavky na síťovou infrastrukturu a disková pole, která se pro distribuci image využívají. Každé PC, na které je image distribuován, disponuje 1Gbit síťovou kartou, což stanovuje maximální datový tok pro jedno PC. Páteřní síťové rozvody disponují kapacitou 2x10Gbit, nicméně „nejslabším místem“ je prokazatelně diskové pole, které dokáže poskytovat data v řádech stovek Mbps. Z dlouholetých zkušeností víme, že není dobré imagovat více než jednu učebnu najednou. Dochází pak k různým chybám, které ukončí provisioning skript a nedokončené počítače se musí obcházet a imagování dodělat ručně či pustit znovu.

1.1.1 Počet učeben

Učebny na univerzitě dělíme podle počtu PC v místnosti. Základní rozdíl je, zdali mají studenti k dispozici PC pro výuku, nebo je v učebně pouze jedno PC sloužící pedagogovi k projekci. Naším cílem je nahradit provoz fyzických PC na učebnách se stanicemi pro studenty. V současné době je nám na univerzitě známo 41 těchto učeben s různým počtem stanic a různým zaměřením.

Každá učebna je vybavena různým HW, různého stáří, i odlišné konfigurace. Není stanoven žádný pravidelný cyklus obměny HW. Problematika obměny HW je velice složitá a je ve značné míře závislá na dotačních titulech, v rámci kterých lze tyto prostředky využít k obnově HW vybavení učeben. Vše je závislé na finančních možnostech každé fakulty a je značně rozlišná. Vyskytují se tak velké rozdíly ve stáří a vybavenosti koncových zařízení na jednotlivých učebnách. Velká část učeben je v tuto chvíli provozována na hardwaru, který nespĺňuje minimální požadavky na provozovaný software. Velkým přínosem virtuálních učeben by bylo několikanásobně prodloužení životního cyklu PC jako koncových terminálů. V budoucnosti se nabízí varianta nahrazení počítačů tenkými klienty, což by znamenalo snížení jak nákladů pořizovacích, tak provozních ve smyslu úspory elektrické energie. Spotřeba tenkých klientů je podstatně nižší než u běžných počítačů.

1.1.2 Počet PC

Počet učeben vybavených počítači pro výuku studentů je znázorněn v níže uvedené tabulce. Tabulka neobsahuje přednáškové místnosti s jedním PC určeným pouze pro projekci. Zároveň je uvedeno průměrné stáří PC na jednotlivých součástech ČZU.

Součást ČZU	Počítačové učebny	Počet PC v učebnách	Průměr PC na učebnu	Průměrné stáří
PEF	15	445	29,7	4,5
FLD	6	123	20,5	5,8
FZP	7	146	20,9	6
FAPPZ	3	53	17,7	6,64
FTZ	1	29	29,0	3
TF	8	176	22,0	6,27
IVP	1	50	50,0	6,52
Celkem	41	972		Prům. 5,7 let

Tab. 1: Počet PC učeben

Od zaměření výuky jednotlivých fakult se také odvíjí počet počítačových učeben. Počet stanic na učebnách se pohybuje mezi patnácti a třiceti jednou. Skoro polovina studentských PC se vyskytuje na provozně ekonomické fakultě. Ta má z velké části běžné desktopy bez speciálních požadavků. Pouze jedna učebna obsahuje speciální HW pro výuku Cisco Academy. Ostatní fakulty mají stanic podstatně méně, jak je vidět v tabulce výše. Je na nich však častější výskyt specializovaného HW, ať již výkonem, nebo využitím. Fakulta lesnická a dřevařská má v provozu dvě učebny s dedikovanými grafickými kartami. Výuka na těchto učebnách však ne vždy vyžaduje grafický výkon. Učebny jsou používány i k výuce v hardwarově nenáročných programech. Obdobná situace platí na Fakultě životního prostředí, kde je v provozu jedna učebna s výkonnějšími grafickými kartami. Ta však není využívána pouze k výuce náročných programů.

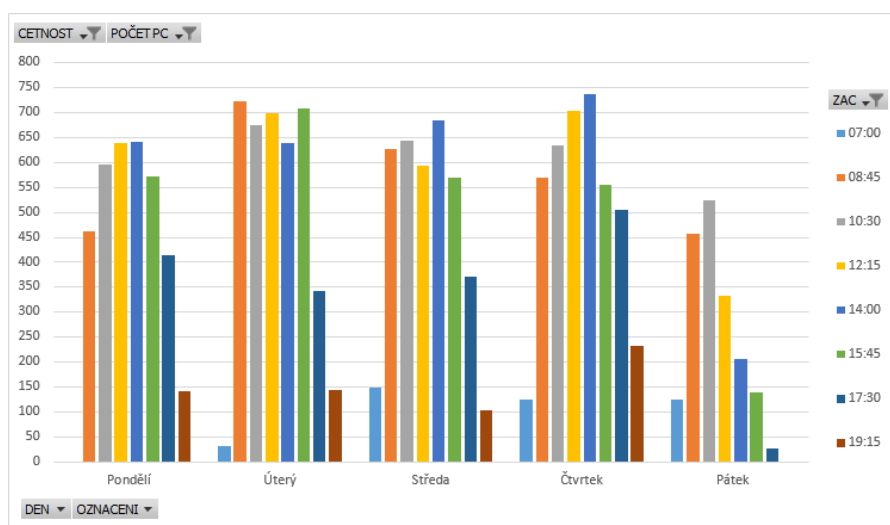
1.1.3 Způsob využití

Jednotlivé PC učebny jsou instalovány dle předem definované výuky, která je na učebny rozvrhována. Realizované výuce musí odpovídat HW i SW vybavení učebny, ideálně v rámci celého semestru. Dodatečné doinstalování SW v průběhu semestru je pak velmi komplikované – hlavně z pohledu vysokého vytížení PC učeben během školního roku. Vytížení učeben během pravidelné výuky je uvedeno v následující tabulce:

	07:00	08:45	10:30	12:15	14:00	15:45	17:30	19:15
Pondělí		461	597	640	641	571	415	142
Úterý	31	722	675	698	640	708	343	144
Středa	150	627	644	594	685	570	372	104
Čtvrtek	124	570	634	704	737	555	506	232
Pátek	124	457	523	332	207	140	26	

Tab. 2: Využití PC učeben

Více vypovídající je následující graf, který zobrazuje vytížení jednotlivých PC učeben v průběhu týdne z pohledu jednotlivých vyučovacích hodin.

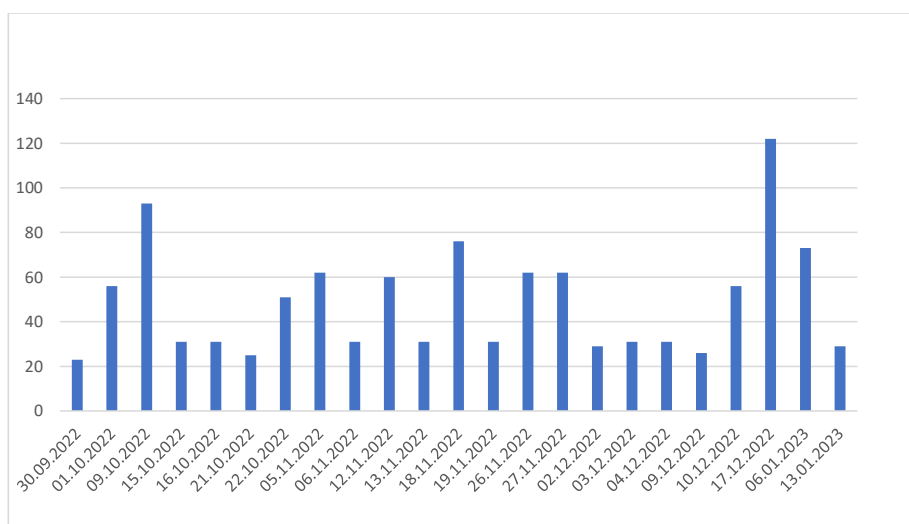


Graf 1: Vytížení PC učeben dle vyučovací hodiny

Jedná se o data ze zimního semestru 22/23. Nejvyšší vytížení je tedy během průběhu semestrů. Z grafů lze na první pohled vyčíst, že špička využití stanic na učebnách je od 8:45 do 17:30. Využití v ranních hodinách je minimální, stejně tak v pátek je výuka méně frekventovaná. Graf ukazuje maximální možné množství současně běžících stanic, podle rozvrhu zimního semestru 22/23 a počtu stanic na rezervovaných učebnách. Z praktické zkušenosti víme, že ne vždy jsou učebny plně obsazeny studenty do posledního místa. Další faktor je část

semestru. S postupujícím časem studentů na hodinách ubývá. Kritickým obdobím bude tedy vždy prvních 14 dní každého semestru, kdy budou probíhat první vyučovací hodiny předmětů v sudých a lichých týdnech.

Během semestrů také probíhá víkendová výuka určená pro dálkové formy studia. Tato výuka je dosti nepravidelná a každý víkend se počty studentů využívající počítače na učebnách značně liší. Obecně lze říci, že se víkendový provoz pohybuje mezi 30 až 90 spuštěnými stanicemi okolo sedmi hodin denně. Výjimka je ke konci semestru, kdy jsou rezervovány učebny se 122 koncovými stanicemi. Konkrétní data za jednotlivé dny jsou uvedeny v následujícím grafu:



Graf2: Počty spuštěných strojů během víkendů

Výše zmíněný režim v týdnu a o víkendech můžeme nazvat plný provoz trvát 22 týdnů v roce. Naopak v průběhu zkouškových období je využití učeben podstatně menší než při běžné výuce. Obě zkoušková období trvají dohromady 14 týdnů v akademickém roce. Prakticky vůbec pak stanice nejsou využívány během různých prázdnin. Tento nízký provoz zahrnuje 16 týdnů v roce.

1.1.4 Nevýhody stávajícího řešení

V případě klasické učebny lze velmi omezeně realizovat případné změny jak v SW vybavení učebny, tak i v případných přesunech výuky v rámci učeben. Problémem jsou i případné bezpečnostní aktualizace, které mohou negativně ovlivnit probíhající výuku. V případě poruchy jednotlivých PC je jejich náhrada velmi časově náročná. Příprava SW vybavení je navíc závislá na konkrétním HW vybavení jednotlivých učeben. Současné řešení je zároveň vázáno na fyzické koncové zařízení, tudíž není vůbec mobilní.

Práce studentů je pak vázána na konkrétní PC a jeho SW vybavení bez možnosti pokračovat mimo učebnu (popřípadě z domova). Toto platí hlavně pro SW, který je licencován v rámci kampusu bez možnosti poskytnutí studentských licencí. Dále je mnoho licencí poskytováno studentům k instalaci na vlastní zařízení. Stovky

studentů ročně ale zatěžují pracoviště helpdesku s žádostí o přidělení licenčních klíčů I SW. To ale bohužel není řešením pro všechny. Mnoho studentů má zařízení na platformě, která není softwarem podporovaná. Jiní studenti nemají dostatečný výkon pro provozování daných SW. Najdou se i studenti, kteří SW nedokáží sami nainstalovat a vyšší desítky pak zatěžují každý semestr pracovníky OIKT s potřebou podpory. Někteří vydavatelé SW poskytují licence pro vzdělávání zdarma studentům. Ne vždy však tato verze odpovídá té instalované na učebnách, případně je její získání podmíněno potvrzením o studiu apod.

Níže jsou shrnuty hlavní nevýhody stávajících PC učeben:

- Vysoké nároky na administraci
- Nízká flexibilita aktualizací a úprav distribuované image
- Dlouhá doba přípravy a imagování fyzických stanic
- Omezená životnost koncových zařízení
- Nevhodné pro vzdálený přístup
- Morální životnost koncových zařízení je výrazně nižší, než fyzická životnost

1.2 Proof of Concept

V rámci analýzy proběhlo několik testů a ověřovacích provozů, které měly za cíl pomoci s rozhodnutím, kterou technologii zvolit a jak navrhnout finální řešení. Nejdůležitější byl proof of concept na PEF a TF, kdy se ověřovalo reálné využití VDI technologie přímo ve výuce.

1.2.1 VDI řešení pro Provozně ekonomickou fakultu

V rámci výuky specializovaných předmětů zaměřených na modelování podnikových procesů prostřednictvím notace Business Process Modelling Notation (BPMN) a notace pro modelování enterprise architektury Archimate, byla vybudována infrastruktura virtuálních desktopů pro tyto účely. Garantem těchto předmětů je Ing. Martin Pelikán, Ph.D., vedoucí katedry informačního inženýrství Provozně ekonomické fakulty.

Řešení bylo postaveno na technologii VMware Horizon, konkrétně se jednalo o tzv. „instant klony“, jejichž nespornou výhodou je, že nekonzumují tolik HW prostředků jako tzv. „full klony“.

Do virtuálních desktopů byly doručeny aplikace Camunda Modeler, Enterprise Architect a aplikace Archi. Desktopy byly dedikovány konkrétním 122 studentům dálkového studia.

Mezi studenty vzbudil tento nový koncept velmi pozitivní ohlasy, které nám potvrdil i sám garant. V současné době probíhají diskuze o využití této technologie a přístupu pro virtualizaci i pro ostatní pedagogy, kteří mají o tento moderní koncept zájem.

1.2.2 VDI řešení pro Technickou fakultu

Technická fakulta má specifické nároky při výuce technických předmětů. V rámci této výuky je využíván specifický SW pro konstrukci, modelování fyzikálních veličin, vizualizaci konstrukčních prvků, hydrauliky, mechaniky a podobně. Z těchto důvodů jsou předpokládány i vyšší nároky na HW pro provoz těchto vyučovaných SW. V rámci PoC proto byli osloveni přímo kantoři, aby otestovali jejich výukové metody přímo na technologii VDI. Byly

vybrány z pohledu oslovených kantorů vzorové SW, které byly následně otestovány v prostředí VDI a detailně otestovány z pohledu použitelnosti ve výuce. Spolu s tím byly specifikovány i minimální HW parametry virtuálních PC.

Při testu se vycházelo z čisté instalace operačního systému Windows 10 v poslední aktualizované verzi. Následně byl instalován výukový SW a kantorem byla otestována funkčnost. V případě potřeby byly upravovány HW parametry virtuálního PC, kdy prvotní testy probíhaly na minimální HW konfiguraci v podobě 2CPU a 4GB RAM. Testováním byly stanoveny minimální HW požadavky na 4CPU a 8GB RAM, což odpovídá dnešním konfiguracím běžných desktopových PC na učebnách. V případě specifické výuky byly HW prostředky navýšeny na 8CPU a 16GB RAM, které však nejsou permanentní a jsou nárokovány jen v případě určitého výukového tématu.

Co se diskových kapacit týče, zde je pak potřeba opět rozlišovat podle jednotlivých vyučovaných předmětů. Nároky na diskové kapacity se pohybovaly od desítek GB „rychlého storage“ (SSD) po stovky GB na „pomalém storage“ (near line točivé disky). Toto lze vhodně optimalizovat s využitím technologií VDI, kdy pomocí linkovaných klonů a Appvolume lze docílit vysoké úspory diskových kapacit.

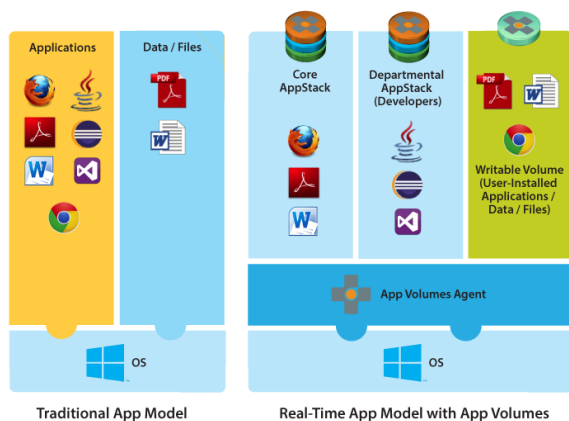
Celkově byly kantory představené řešení velmi pozitivně přijato a lze předpokládat vysoké využití ve výuce. Kantory byly pozitivně hodnoceny hlavně přínosy v podobě přenositelnosti (nezávislost na koncovém HW) a vysoké dostupnosti takto realizované výuky.

1.2.3 Testování prostředí Microsoft Azure

Pro porovnání již provozovaného prostředí VMware s možnostmi platformy Azure od Microsoftu bylo s externím partnerem provedeno seznámení s prostředím Azure Virtual Desktop. Došlo k vytvoření tzv. „poolovaných“ a personálních desktopů. Otestovali jsme prostupy do vnitřní sítě univerzity. Prostupy jsou nezbytné pro využití síťových licencí a případné připojení k fyzickým síťovým zařízením na univerzitě potřebným k výuce.

1.2.4 Appvolumes

Technologie Appvolumes umožňuje do běžícího virtuálního PC připojovat jednotlivé aplikace (SW). Výhodou tohoto řešení je, že daná aplikace je předem připravena a uložena v podobě VMDK souboru, který je dynamicky připojován do běžícího VM v případě potřeby. Tím je umožněno dynamicky měnit SW vybavení virtuálních PC. Nespornou výhodou jsou také kapacitní nároky, kdy takto připravená aplikace není kopírována dle počtu běžících virtuálních PC, ale je připojována z jednoho místa pro všechny potřebné virtuální PC. Níže je uveden rozdíl mezi klasickým pojetím virtuálního PC, kdy je všechen potřebný SW instalován v rámci „core image“ a situace, kdy je využita technologie Appvolume.



Obr. 1: Schema Appvolume

[<https://blogs.vmware.com/euc/2016/12/vmware-app-volumes-deployment-considerations-2-12.html>]

2 Návrh řešení – funkční požadavky

2.1 Virtuální učebny (PC na učebně)

Tento scénář odpovídá běžné prezenční výuce, tedy fyzické účasti studentů na učebně. Současný provoz je řešen formou jednotlivých image pro jednotlivé fakulty. Na stanicích je tedy instalován veškerý SW používaný na dané fakultě. Často se vyskytující požadavky na změny či aktualizace jsou v této formě přípravy učeben časově i technicky náročné, z důvodu snahy o udržení konzistentní image na celé fakultě. Virtuální desktopy přináší v tomto ohledu obrovské přínosy. Změny a přidávání SW je možné dělat prakticky za chodu. Současný HW na učebnách je možné využít k připojení k virtuálním PC a tím výrazně prodloužit jeho životnost. V případě využití tenkých klientů dojde i ke snížení energetické náročnosti na provoz těchto zařízení. Mezi požadavky na toto řešení patří škálovatelnost dostupných zdrojů dle aktuálního rozvrhu.

Virtuální učebna se skládá ze stejných prvků, jako klasická učebna, avšak liší se způsobem jejich využití. Výkonově náročné operace se již nezpracovávají na koncovém zařízení (PC), ale na straně serveru. PC zde vystupuje pouze v roli klienta (terminálu), jehož úkolem je přenést obraz (případně zvuk). Proto jsou kladeny minimální požadavky na koncový HW, čímž se mu prodlouží morální životnost (prakticky až do konce fyzické životnosti).

Implementace VDI do podoby virtuální učebny lze realizovat několika způsoby. Nejjednodušší implementace je v podobě virtualizace stejné image, která běžela na fyzickém PC. Fyzické PC je pak degradováno na pouhý terminál, zobrazující výstupy z virtuálního desktopu. Analogicky by tak šlo vytvořit vzor virtuálního desktopu poplatný konkrétní učebně (fakultě).

Lze uvažovat i opačný přístup. VDI poskytuje daleko širší možnosti využití, než je pouhá virtualizace desktopu. VDI umožňuje škálovat jednotlivé virtuální desktopy podle způsobu jeho využití. Tím dává možnost optimalizovat vzorovou image přímo pro výuku konkrétního předmětu / oboru / fakulty za efektivního využití HW prostředků. Míra přílišné diferenciací vzorových image pak klade vysoké nároky na obslužný personál.

Ideálním řešením bude průnik výše uvedených možností – tedy přiměřený počet vzorových image, poplatný jednotlivému zaměření. Student pak bude mít možnost si po přihlášení do portálu vybrat, se kterým virtuálním desktopem chce pracovat.

Z hlediska minimalizace nákladů lze použít stávající vybavení učebny, kdy dojde k přeinstalování fyzických PC. Podkladovým operačním systémem již nemusí být MS Windows, ale lze využít open source řešení v podobě

linuxové distribuce s předinstalovaným klientem pro VDI. Další možností je nákup nových koncových zařízení v podobě tenkých klientů, popřípadě speciálních „zero“ klientů. Tato zařízení poskytují obrovský benefit v podobě jednoduché centrální správy, nízkých energetických nároků, dlouhé morální životnosti a především bezpečnosti.

2.2 Virtuální učebny (mimo učebnu)

Varianta virtuální učebny mimo fyzickou učebnu na univerzitě řeší především situace, kdy není možná fyzická přítomnost studenta či všech studentů v areálu univerzity. Jedná se tedy o formu distanční nebo hybridní výuky. Umožní se tím výuka za nestandardních situací, jako je například nemoc, karantény v případě pandemie nebo plně elektronické distanční studium. Počítá s využitím studentova vlastního zařízení k připojení do virtuálního desktopu bez přítomnosti na univerzitě. Přínosem tohoto řešení je především univerzálnost použití pro široké spektrum HW a platform, které může student využít pro připojení k virtuálnímu stroji. Nízké požadavky na konektivitu zpřístupní tímto řešením výuku prakticky kdekoliv. Dalším přínosem bude dostupnost licencí, které jsou omezeny pouze na vnitřní síť univerzity. Cílem je přiblížit se co nejlépe podmínkám běžné prezenční výuky v prostorách univerzity.

Pro práci mimo učebnu poskytuje VDI plnohodnotný přístup několika způsoby. Ideálním řešením je instalace Horizon klienta, pomocí kterého je možná práce na virtuálním desktopu stejným způsobem, jako přímo v učebně. Dalším možným způsobem je využití webového prohlížeče (HTML Access). Tato možnost poskytuje universální připojení k virtuálnímu desktopu nezávisle na operačním systému klienta (MS Windows, MacOS, Android a další). Podporovány jsou běžně používané webové prohlížeče. V obou případech je přístup limitován kvalitou připojení koncového uživatele k internetu.

2.3 Sdílený diskový prostor

Důležitou kapitolou je zajištění diskových kapacit. Diskové kapacity jsou potřeba jednak pro běh samostatných virtuálních desktopů, nicméně stěžejním problémem se jeví persistentní diskové prostory pro ukládání dat studentů a sdílené diskové prostory pro účely výuky (vzorová data, ukázky a podob.).

Pro účely osobních dat studentů je možno využít stávajícího řešení v podobě síťových disků. Každý student má automaticky vytvořen osobní disk s vyhrazenou diskovou kapacitou, který je připojen po přihlášení do operačního systému. Data na těchto úložiscích jsou navíc každý den zálohována a kontrolována z pohledu bezpečnosti.

Pro sdílení dat mezi kantorem a studentem pak slouží obdobné síťové disky, které jsou vytvářeny na základě žádosti kantora, která obsahuje požadavky na velikost úložiště a seznam studentů, kteří mají mít na síťový disk přístup.

Další možností je využít kolaborační nástroje Microsoft – především MS Teams, MS Sharepoint, popřípadě MS OneDrive. Tyto nástroje však ve všech případech neumožňují pohodlnou práci přímo z úložiště, ale vyžadují vytvoření lokální kopie na virtuálním desktopu. Je pak na uživateli, aby rozpracovanou práci ukládal zpět na tato úložiště, pokud konkrétní aplikace neumožňuje práci přímo z cloudového úložiště. V případě použití OneDrive je potřeba brát v potaz, že synchronizace na cloudové úložiště není okamžitá, ale vyžaduje určitý čas daný velikostí ukládaného souboru a přenosovou kapacitou linky do cloudového úložiště.

Pro ukládání osobních dat je možné využít personální diskové jednotky (flash disk, mobilní telefon a podob.), připojitelné prostřednictvím USB. Takto připojená zařízení jdou prostřednictvím VDI klienta namapovat přímo do virtuálního PC. Přenosová rychlost je limitována rychlostí připojeného zařízení a síťové konektivity mezi uživatelem a ČZU.

Další kapitolou jsou profilová data, která jsou nutná pro běh instalovaných aplikací. Jedná se většinou o různá inicializační nastavení, uživatelské nastavení, nastavení licence a podobně. Bez těchto profilových dat by bylo nutné provádět tato úvodní nastavení po každém restartu virtuálního PC. Pro tyto účely umožňuje VDI využít technologii DEM (Dynamic Environment Manager). Tato technologie nabízí robustní řešení pro správu profilů prostřednictvím dynamické konfigurace zásad. Spojuje snadnost správy aplikací a osobních nastavení a poskytuje koncovým uživatelům personalizované prostředí desktopu v jakémkoli virtuálním, fyzickém nebo cloudovém desktopovém prostředí Windows.

2.4 Podpora pro studenty a doktorandy

Mezi přínosy vytvoření infrastruktury virtuálních stanic na univerzitě bezpochyby patří možnost využití přebytečného výpočetního výkonu mimo špičky výuky pro samostudium, zpracovávání bakalářských nebo diplomových prací nebo pro zpracovávání disertačních prací a specifických výzkumů pro doktorandy. Pomocí rezervačního systému bude možné zarezervovat virtuální stroj pro práci nezávisle na lokaci či zařízení. Umožníme tak studentům pracovat v SW, který například nebyl vyvinut pro platformu jejich zařízení. Studentům odpadne starost s instalací a konfigurací SW, který bude připraven stejně jako ve výuce.

Pro studenty je možno poskytnout i specializované virtuální desktopy pro řešení jejich absolventských prací (BP/DP/disertace). Objem výpočetní kapacity pro tyto účely bude dán kapacitními limity celého VDI řešení a bude závislý na momentálním vytížení v rámci semestru. Lze očekávat, že mimo dobu prezenční výuky budou tyto zdroje více k dispozici pro samostatnou práci studentů.

2.5 Využití specifických prostředků

Samostatnou kapitolou je využití specifického HW vybavení - např. dedikované grafické karty pro potřeby vědeckých výpočtů. V tomto případě není kalkulováno s nákupem tohoto HW vybavení, nicméně uvažuje se pro tyto případy s využitím cloudového providera (MS Azure, AWS, Google...). Je brán zřetel na to, aby z pohledu studenta byl jednotný přístup k těmto prostředkům stejným způsobem, jako v případě provozu na ČZU.

2.6 Portál pro obsluhu

2.6.1 Popis řešení

Portál pro obsluhu bude zahrnovat možnosti definice samotných image, které lze na pracovní stanice nasadit. Dle možností vybrané varianty je předpoklad dynamického sestavení image dle dostupných software, popř. výběr z již předpřipravených image. V rámci sestavení image by mělo být možné vybrat typizovaný druh stanice (dle definovaných typů – např. běžná, výkonná, grafická) a preferenci umístění (bude-li to technologie a typ vybrané stanice umožňovat).

Portál by měl obsluhu umožnit naplánovat přidělení jednotlivých strojů s vybranou image. Plánování přidělení by mělo být umožněno na základě:

- Typu uživatele (student/zaměstnanec/doktorand)
- Příslušnosti ke skupině dle:
 - o Ročníku, typu studia, druhu studia
 - o Útvaru, katedry či obecně organizační jednotky
 - o Rozvrhu – příslušnost k danému cvičení/přednášce
 - o Volná definice skupin na základě přímého přiřazení (např. práce na projektu atp.)

Otázky k řešení:

- Počítání kreditů v případě výkonných stanic – přidělení počtu kreditů na časovou periodu
- Monitoring vytížení stanic
- Jak vyřešit pool stanic k volnému užití, kdo je bude definovat a jak se k nim chovat. Budou dostupné pouze v určité časy? Bude pool těchto stanic dynamický – např. mimo výuku větší počet než v době výuky. Rezervace volných stanic – rezervační systém – jak pak řešit problém, když mám rozpracovanou práci a vyprší čas, nebo naopak penalizace, pokud si rezervuji a nevyužiji rezervovaný slot.

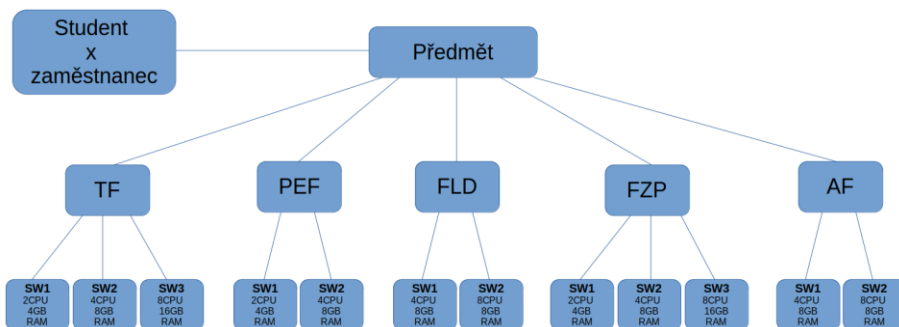
Přidělení virtuálního PC pro studenty bude odpovídat vyučovanému předmětu. Vyučovaný předmět je rozvrhován, čímž je dán časový rámec, kdy musí být virtuální PC k dispozici. Na základě vyučovaného předmětu budou definovány potřebné SW a HW nároky, kterým bude odpovídat cílová image. Je předpoklad vytvoření několika základních image, které budou sdružovat SW a HW nároky pro jednotlivé skupiny předmětů. Tím se minimalizuje počet základních image a zároveň umožní efektivně využívat HW prostředky serverové infrastruktury. Předpokládá se, že většina vyučovaných předmětů potřebuje základní HW vybavení a jen minoritní množství vyučovaných předmětů požaduje výrazně vyšší HW nároky. Tomu odpovídá i množství studentů, zapsaných na jednotlivé předměty. Obecné předměty pro nižší ročníky mají hodně studentů, avšak nemají vysoké požadavky na HW. Oproti tomu profilové předměty ve vyšších ročnících mají nižší počet studentů, ale mají vysoké požadavky na HW.

Je tedy potřeba efektivně řídit přidělené HW zdroje. Toho lze dosáhnout řízeným rozvrháváním přidělených prostředků, které bude primárně odpovídat:

- 1) rozvrhu,
- 2) počtu studentů,
- 3) přidělenému času, kdy musí být v provozu virtuální PC pro výuku daného předmětu.

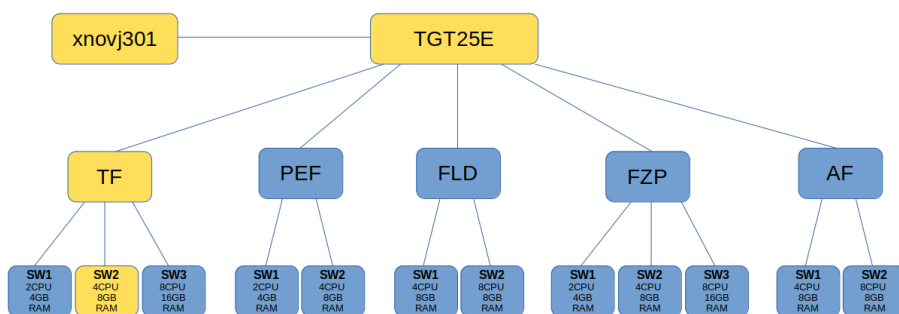
V praxi by pak měl mít student vždy před začátkem výuky daného předmětu připraveno virtuální PC, ke kterému se jen pomocí klienta přihlásí (odpadá čas startu vlastního virtuálního PC). Virtuální PC bude k dispozici 5 minut před začátkem výuky, v průběhu rozvrhované výuky daného předmětu a maximálně 5 minut po skončení daného předmětu. Po této době musí dojít k vypnutí virtuálního PC, čímž se uvolní HW prostředky pro další výuku.

Níže je uvedeno obecné schéma, podle kterého bude docházet k výběru požadovaných HW prostředků ve vazbě na provozovaný SW.



Obr. 2: Obecné schéma přiřazení HW zdrojů

Na dalším obrázku je znázorněn konkrétní příklad výběru požadované image na základě studentem zapsaného předmětu. Vazba mezi studentem, předmětem a termínem výuky je dána univerzitním informačním systémem. Tato data budou použita pro plánování a přiřazování HW prostředků pro jednotlivé vyučované předměty.



Obr. 3: Příklad přiřazení HW zdrojů dle studenta a předmětu

Stěžejním úkolem bude informování studentů, že čas běhu virtuálního PC je striktně definován a nelze z důvodu další výuky zajistit delší běh těchto výukových virtuálních PC. V rámci běhu virtuálního PC musí být tato informace uvedena, ideálně i s odpočtem zbývajících času.

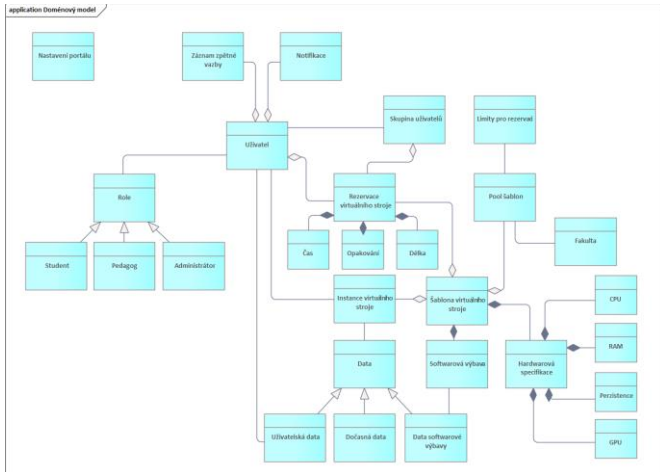
Pro samostatnou práci po skončení výuky budou vyhrazeny dedikované HW prostředky, které budou poskytovány v rámci separátního rezervačního systému.

2.6.2 Softwarová specifikace portálu

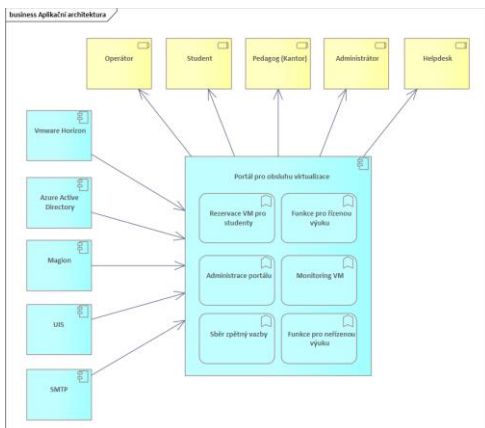
Portál pro obsluhu virtuálních učeben musí být schopen podporovat následující základní scénáře:

- Virtuální učebny na učebně (řízená výuka)
- Virtuální učebny mimo učebnu (výuka na přání)
- Podpora pro studenty a doktorandy

2.6.2.1 Doménový model



2.6.2.2 Aplikační architektura



2.6.3 Požadavky na výstupy projektu

Řízení projektu by mělo být v souladu s Prince2 metodologií a proces vývoje architektury by měl být v souladu s frameworkem TOGAF.

Výstupy:

- Projektový plán
- Detailní funkční specifikace
 - Požadavky
 - Funkční
 - Nefunkční
 - Bezpečnostní
 - Zátěžové

- Infrastrukturní
 - Případy použití
 - Testovací scénáře
 - Návrh obrazovek
 - Procesní analýza
- Detailní technická specifikace (TOGAF, Archimate)
 - Byznys architektura
 - Aplikační architektura
 - Datová architektura
 - Technologická architektura
- Integrovaný manuál s MyČZU
 - Dokumentace požadavek na integraci systému
 - Popis způsobu integrace do MyČZU (popis integrace ze strany MyČZU je popsán v příloze 1.)
- Příručky
 - Instalační příručky
 - Uživatelské příručky
 - Administrátorské příručky
 - Monitorování
 - Zálohování
 - Disaster recovery
- Zdrojové kódy
- REST API rozhraní zdokumentovány v OpenAPI formátu
- Instalační balíčky ve formátu Helm chart s Docker image
- Reporty
 - Seznam všech licencí použitých v systému
 - Report z uživatelského testování
 - Report ze systémových testů
 - Report z penetračních testů
 - Report ze zátěžových testů
 - OWASP report závislostí

2.6.4 Funkční požadavky

2.6.4.1 Funkce pro administraci portálu

- **Import** jednotlivých definovaných výukových hodin z UIS
- **Definice**, jakou **image** bude daný výukový blok využívat, a jaký výkon bude potřebovat
- **Definice licenční omezení** pro jednotlivé licence
- **Definice časového plánu** a rezervovaných kapacit pro pracovní stanice studentů a doktorandů
- **Rušení** omezení jednotlivých studentů/doktorandů, kteří byli **zablokováni** systémem

- **Statistiky využití**
- **Zpráva image** - Administrátor bude mít možnost doplnit informace o šablonách virtuálních strojů (informace navíc od virtualizační platformy).
- **Zpráva dostupnosti image na portálu** - Administrátor bude mít možnost vypnout nebo zapnout dostupnost jednotlivých šablon na portálu. Po zrušení dostupnosti šablony, ji nebude možné rezervovat na portálu.
- **Globální nastavení portálu** - Jako např. emailové notifikace, upozornění, limity rezervací pro jednotlivé typy strojů apod.

2.6.4.2 Funkce pro řízenou výuku

- Díky integraci s univerzitním systémem bude mít pedagog možnost rezervovat virtuální stroje dle rozvrhu pro celé skupiny uživatelů.
- Pedagog bude mít také možnost spravovat skupiny uživatelů.
- Pedagog bude mít možnost nastavit opakovanou rezervaci zdrojů podle rozvrhu anebo vlastním nastavením.
- Pedagog bude mít k dispozici základní statistiky a informace potřebné pro rozhodování o alokaci zdrojů.
- V definovaný čas bude připraven výukový blok a definovaní studenti mohou tento stroj využít
- Vyučující může ručně přidat/odebrat studenta

2.6.4.3 Funkce pro neřízenou výuku

- Vytvoření rezervace pro neřízenou výuku (výběr kurzu, výběr image, výběr výkonu), definování, kdy je výuka organizována, tedy rezervace času.
- Přidání / odebrání uživatelů (studenti a doktorandi)

2.6.4.4 Funkce pro studenty/doktorandy

- Student si může požádat o vytvoření virtuálního desktopu, desktop bude dostupný v době, kdy je dostatečný volný výkon/ neomezuje řádnou výuku.
- Student musí zrušit rezervaci v případě, že ví, že ji nevyužije.
- Pokud tak 3x neučiní, nebude moci dále žádat o rezervace virtuálních desktopů.
- Další funkcionalitou je přihlášení se na řádnou výuku, změna termínu (nepřijdu ve středu, přijdu v pátek)

Odhady počtů volných přiřaditelných NONSTUDY VM:

- 50 VM – během výuky (PO-PÁ 8:45-16)
- 100 VM – 16 – 19 hod.
- 300 VM – 19 - 7 hod.

2.6.4.5 Uvolňování zdrojů

Systém musí monitorovat překročení rezervovaného času uživatele. Zatím se nebude implementovat nucené vypínání virtuálních strojů. V případě potřeby bude mít administrátor možnost tuto akci vykonat ručně jednotlivě nebo hromadně.

2.6.4.6 Přihlašování uživatelů

Uživatelé se budou přihlašovat pomocí Azure Active Directory odkud se seberou i jejich základní informace a role v systému.

2.6.4.7 Sběr zpětné vazby

Systém bude podporovat získávání zpětné vazby od uživatelů pro další zlepšování portálu a zvyšování uživatelské přívětivosti.

2.6.4.8 Notifikační systém

Systém bude podporovat možnosti notifikace uživatelů o blížící se konci rezervace. V první fázi bude notifikace jenom na končící se dlouhodobou rezervaci na jejich emailovou adresu a push notifikace do MyČZU.

2.6.4.9 Monitoring

Systém bude podporovat zobrazení základních informací využití z virtualizační platformy obohacených o informace o studentech. Také se bude dat sledovat počty rezervací a porovnat rezervace vs. reální využití zdrojů.

2.6.5 Nefunkční požadavky

2.6.5.1 Dokumentace REST rozhraní

Požaduje se dokumentace všech REST rozhraní pomocí OpenAPI standardu. Aplikace musí být rozdělena na frontendovou (mobilní, webová aplikace) a backendovou (REST služby) část.

2.6.5.2 Webová aplikace

Portál je řešen jako webová aplikace, a zároveň je dostupný prostřednictvím mobilní aplikace „My CZU“. Uživatelské rozhraní pro studenty budou implementovány jako miniaplikace do MyČZU. Miniaplikace musí být kompatibilní s React Native platformou a funkční na Android a iOS (popis integrace v příloze 1).

2.6.5.3 Integrace na virtualizační platformu

Integrace umožní získání informací o šablonách virtuálních mašin, samotné vytvoření a zprávu virtuálních mašin.

2.6.5.4 Integrace na systém pro zprávu identit a přístupů

Požaduje se integrace na systém Azure Active Directory pomocí SAML, který poskytuje informace o identitě a rolích uživatelů systému na základě kterých budou přiděleny oprávnění v systému.

2.6.5.5 Integrace na univerzitní informační systém

Požaduje se integrace na UIS pro získávání dat o studiu a rozvrzích studentů.

2.6.5.6 Iterativní vývoj

Požadavky jsou pro minimální řešení, které se bude dále vyvíjet na základě monitorování a zpětné vazby. Vývoj bude probíhat v prostředí Git ČZU.

2.6.5.7 Nasazení do cloudového prostředí

Požaduje se kontejnerizace řešení a příprava na nasazení do prostředí VMware Tanzu (Kubernetes a Docker). Je třeba zabezpečit jednoduchou instalaci pomocí helm balíku.

2.6.5.8 Soulad s přístupností a grafickým manuálem ČZU

Požaduje se základní přístupnost stránek portálu a soulad s grafickým manuálem ČZU, portál bude uživatelsky přívětivý a přístupný

2.6.5.9 Integrace na Magion

Požaduje se integrace na Magion, kde jsou dostupné číselníky.

2.6.5.10 Bezpečnost

Systém musí být adekvátně zabezpečený proti zneužívání, také je nutno zabezpečit data uživatelů a splnit požadavky GDPR.

2.6.5.11 Přístup

Přístup do aplikace je odkudkoli z internetu.

2.6.5.12 Soulad s architektonickými principy ČR

Soulad portálu z pohledu architektonických principů v ČR³.

2.6.5.13 Prostředí

Aplikace bude ve 3 prostředích Provoz/Test/Dev

2.6.5.14 Automatizace

Požaduje se automatizované testování, statická analýza kódu a kontrola závislostí na bezpečnostní zranitelnosti (OWASP).

2.6.5.15 SLA

Portál bude mít SLA, kterou bude zabezpečovat OIKT IT Helpdesk v provozu každý pracovní den od 7:30 do 16:00.

2.6.5.16 Zálohování

Požaduje se architektura aplikace, která umožní jednoduché zálohování dat aplikace. Součástí výstupu jsou také automatizační skripty pro zálohování.

2.6.5.17 Výkon

Požaduje se test výkonu systému na 10 000 paralelních uživatelů.

2.6.5.18 Licence

Řešení musí mít licence, které umožní sdílení všech zdrojových kódů s ČZU (ideálně open source) a také nebudou vyžadovat další provozkové náklady pro běh systému.

³ <https://www.mvcr.cz/soubor/architektonicke-principy-vs-cr.aspx>

2.6.6 Role v systému

- **Administrátor** bude mít možnost spravovat obsah portálu jako např. popis šablon virtuálních strojů nebo jejich dostupnost pro rezervaci na portálu a limity rezervací na portálu
- **Kantor** bude mít možnost rezervovat virtuální stroje podle rozvrhu nebo samostatně pro individuální osoby nebo skupiny osob. Bude mít možnost dopsat studenty na předměty. Přepínat režimy, přiřazovat nestandardní Software k virtuálním strojům (Appvol) a také bude mít možnost odblokovat zablokovaného uživatele.
- **Operátor** Bude mít možnost dopsat studenty na předměty. Přepínat režimy a také bude mít možnost odblokovat zablokovaného uživatele.
- **Helpdesk** bude mít k dispozici základní monitoring a nástroje pro řešení podpory uživatelů jako například odblokování zablokovaného uživatele.
- **Student** bude mít možnost rezervovat virtuální stroj dle dostupní nabídky nebo také zrušit rezervaci.

2.6.7 Případy použití

2.6.7.1 Administrace

2.6.7.1.1 UC Administrace portálu administrátorem

1. Administrátor se přihlásí do systému pomocí Azure Active Directory.
2. Administrátor spravuje popisy šablon virtuálních strojů.
3. Administrátor spravuje dostupnost šablon pro rezervaci na portálu.
4. Administrátor nastavuje globální parametry portálu, jako jsou emailové notifikace, upozornění a limity rezervací pro jednotlivé typy strojů.
5. Administrátor monitoruje využití systému a případně zasahuje v případě potřeby

2.6.7.1.2 UC1 vyčtení výukových bloků z UIS

V UC1 bude podporován poloautomatický import informací z UIS. Nejdříve se stáhnou informace o výukových blocích z UIS a následně bude možnost konfigurovat výkon, image a další vlastnosti.

2.6.7.1.3 UC2 vytvoření katalogů (výuka, image, licenční omezení)

Administrátor bude mít k dispozici administrační rozhraní pro import a konfiguraci výuky, managementu images, licencí pro software a omezení počtu aktivních VM podle licencí. Také bude mít možnost spravovat pooly a jejich nastavení.

Management images bude také podporovat sestavení software vybavení image z dostupných AppVolumes. Tato funkcionality bude dostupná až ve fázi 2. V první fázi přizpůsobení image nebude možné.

2.6.7.1.4 UC3 administrace oprávnění jednotlivých rolí

Administrátor bude mít možnost spravovat oprávnění výše uvedených rolí.

2.6.7.1.5 UC4 Statistika využití / přihlášení k NONSTUDY VM

Oprávněný uživatelé budou mít přístup monitoringu a základním statistikám využití zdrojů a přihlášení k virtuálním strojům

2.6.7.1.6 UC5 Globální nastavení portálu

Jako např. emailové notifikace, upozornění apod.

2.6.7.2 Řízená výuka

2.6.7.2.1 UC Rezervace virtuálních strojů pedagogem podle rozvrhu

1. Pedagog se přihlásí do systému pomocí Azure Active Directory.
2. Pedagog se podívá na univerzitní rozvrh a rozhodne se rezervovat virtuální stroje pro své lekce.
3. Pedagog v systému vybere šablonu virtuálního stroje a zadá požadovaný čas a délku rezervace, která odpovídá jeho rozvrhu.
4. Pedagog má také možnost nastavit opakované rezervace podle svého rozvrhu.
5. Systém ověří, zda jsou požadované virtuální stroje dostupné v daném čase.
6. Pokud jsou dostupné, systém provede rezervace a potvrdí pedagogovi úspěšné rezervace.
7. Pokud nejsou dostupné, systém zkusí přesunout rezervace do poolu studentů.
8. Pokud je to stále nemožné, systém zamítne požadavek a informuje pedagoga, že v daném čase byl dosažen limit rezervací.
9. Po potvrzení rezervací, pedagog má k dispozici základní statistiky a informace potřebné pro rozhodování o alokaci zdrojů.

2.6.7.2.2 UC6 Zapnutí výuky

VM se naprovisionují a připraví dle kalendáře a nastavení pro danou výuku a VM budou připraveny pro přihlášení uživatelů. Tento proces probíhá na pozadí.

2.6.7.2.3 UC7 Terminování VM pro výuku

Uživatel VM bude informován o sestávajícím čase na používání VM. Po uplynutí času se VM automaticky terminuje a zdroje se uvolní pro další výuku.

2.6.7.2.4 UC8 Odebrání studenta

Vyučující bude mít možnost odebrat studenta z výukového bloku

2.6.7.2.5 UC9 Přidání studenta

Vyučující bude mít možnost přidat studenta do výukového bloku. Počet přidanych studentů bude omezen dle konfigurace v administraci (5).

2.6.7.2.6 UC10 Přehled využití / přihlášení k VM

Vyučující a také oprávnění uživatelé budou mít přístup k informacím o využití VM během výuky

2.6.7.3 Neřízená výuka

2.6.7.3.1 UC AdHoc rezervace virtuálních strojů pedagogem

1. Pedagog se přihlásí do systému pomocí Azure Active Directory.
2. Pedagog si prohlédne dostupné šablony virtuálních strojů.
3. Pedagog vybere šablonu virtuálního stroje a zadá požadovaný čas a délku rezervace pro jednotlivé studenty nebo skupiny studentů.

4. Systém ověří, zda jsou HW zdroje pro požadované virtuální stroje dostupné v daném čase.
5. Pokud jsou dostupné, systém provede rezervaci a potvrdí pedagogovi úspěšnou rezervaci.
6. Pokud nejsou dostupné, systém zkusí přesunout rezervaci do poolu studentů.
7. Pokud je to stále nemožné, systém zamítne požadavek a informuje pedagoga, že v daném čase byl dosažen limit rezervací.

2.6.7.3.2 UC11 Vytvoření výuky (výběr předmětu, image, výkonu, času, přidání uživatelů)

Podobně jako pro řízenou výuku bez nutnosti importu z UIS. Uživatel si vybere hotovou image a datum, kdy se má VM nastartovat, pak je proces stejný jako při řízené výuce.

2.6.7.3.3 UC12 Přidání/odebrání uživatelů

Ruční management studentů a uživatelů neřízené výuky

2.6.7.3.4 UC13 Zrušení rezervace

Zrušení opakované nebo jednorázové rezervace

2.6.7.3.5 UC14 Spuštění moodle režimu pro vykonání zkoušky

Spuštění VM s browserem a moodle pro řádní vykonání zkoušky. Režimy jsou definovány přímo ve VMWare Horizon na základě GPO policies, který je pak možno přidělit uživatelům v rámci portálů díky AD skupinám.

2.6.7.4 Funkce pro studenty/doktorandy

2.6.7.4.1 UC Rezervace virtuálního stroje studentem

1. Student se přihlásí do systému pomocí Azure Active Directory.
2. Student si prohlédne dostupné šablony virtuálních strojů.
3. Student vybere šablonu virtuálního stroje a zadá požadovaný čas a délku rezervace.
4. Systém ověří, zda je požadovaný virtuální stroj dostupný v daném čase.
5. Pokud je dostupný, systém provede rezervaci a potvrdí studentovi úspěšnou rezervaci.
6. Pokud není dostupný, systém zamítne požadavek a informuje studenta, že v daném čase byl dosažen limit rezervací.

2.6.7.4.2 UC15 Studentský portál

Přihlášení na portál v roli student, zapsání změny účasti na předmětu, umožnit mu výběr jiného dne a času z rozvrhu (student si nahlásí změny účasti na přednášce dříve dopředu)

Kvůli nahrazování cvičení.

2.6.7.4.3 UC16 vytvoření požadavku na rezervaci (od, do, jaký image, jaký výkon)

Plánování rezervace volných VM na 14 dní dopředu, časové bloky max 8 hodin, výběr dle studijních předmětů VM k rezervaci

2.6.7.4.4 UC17 potvrzení/akceptace požadavku

Systém dle dostupné kapacity může požadavek na rezervaci zamítnout. Studentovi se zobrazí potvrzení o akceptaci požadavku o rezervaci na jeho zařízení a také notifikačním kanálem

2.6.7.4.5 UC18 zrušení požadované rezervace

Student bude mít možnost zrušit rezervaci včas, aby se vyhnul případné penalizaci.

2.6.7.4.6 UC19 Zablokování studentů, který nevyužívají rezervace

Na základě logů z VMWare Horizon a systému rezervací budou uživatelé, kteří se nepřihlásí do VM v rámci aktivní rezervace 3x po sobě budou automaticky zablokovány. Uživatelé budou o zablokování informováni prostřednictvím emailové a push notifikace

2.6.7.5 Obecní funkce portálu

2.6.7.5.1 UC20 Notifikace uživatelů

Systém bude umožňovat notifikace uživatelů pomocí emailové komunikace a push notifikací v aplikaci MyCZU

2.6.7.5.2 UC21 Sběr zpětné vazby od uživatelů

1. Uživatel (student, pedagog, nebo doktorand) po dokončení používání virtuálního stroje dostane možnost poskytnout zpětnou vazbu.
 - a. Nebo přímo v portálu.
2. Uživatel vyplní formulář zpětné vazby a odešle ho.
3. Systém shromažďuje a zpracovává získanou zpětnou vazbu pro další zlepšení systému.

2.6.7.5.3 UC22 Notifikační systém pro končící rezervaci

1. Systém monitoruje aktuální rezervace.
2. Když se blíží konec dlouhodobé rezervace, systém automaticky odesílá notifikaci na emailovou adresu uživatele.
3. Uživatel přijme notifikaci a podnikne příslušné kroky.

2.6.7.5.4 UC23 Monitoring a správa zdrojů

1. Administrátor se přihlásí do systému pomocí Azure Active Directory.
2. Administrátor sleduje základní informace o využití virtuálních strojů.
3. Administrátor má možnost sledovat počty rezervací a porovnávat je s reálným využitím zdrojů.
4. Pokud je potřeba, administrátor může ručně uvolnit zdroje od jednotlivých uživatelů nebo skupin.

3 Přístup k tématu ve světě

3.1 Příklady typických řešení na českých univerzitách

V rámci analýzy byla prostudována situace na českých vysokých školách z pohledu využití VDI řešení. Jednou z univerzit, kde řeší stejnou problematiku, jako na ČZU, je Univerzita Pardubice [1].

Univerzita Pardubice je vysokoškolská instituce univerzitního typu v Pardubickém kraji, je jednou z 26 veřejných vysokých škol v ČR založených ze zákona. S téměř 8,5 tisíci studenty a sedmi fakultami patří do skupiny středně velkých veřejných vysokých škol.

Jako jedna z prvních vysokých škol v České republice začala před několika lety postupně provozovat bezmála 750 virtualizovaných pracovních stanic ve více než 20 učebnách na produktech firmy VMware (VMware View 4 Enterprise). Po čtyřletém úspěšném období provozu se Univerzita rozhodla pro kompletní přechod na v tu dobu nejnovější verzi VDI - VMware Horizon 7. Největší přínosy technologie VDI spatřují v:

- Efektivní správa stanic z pohledu administrátora - redukce rutinních, opakujících se úloh
- Obnova učebny do výchozího stavu v řádu jednotek minut, doslova „na kliknutí“ nebo zcela automaticky
- Použitím tenkých klientů typu „Zero“ prakticky odpadá údržba těchto koncových zařízení, pasivní chlazení a absence pohyblivých částí dává výhodu nízké spotřeby (méně než 8 Wattů) a prakticky nulové hladiny hluku
- Zničení/ztráta koncové stanice neznamená ztrátu dat
- Možnost provozování různých verzí operačních systémů nezávisle na koncovém zařízení
- Možnost spouštění aplikací napsaných pro Windows na zařízeních Apple Mac OS, iOS, Android
- Možnost vzdáleného přístupu bez nutnosti sestavovat VPN spojení

Další vysokou školou, která poskytuje služby virtuálních učeben, je ČVUT v Praze [2]. Jednou z fakult, kde je umožňuje provoz virtuálních učeben, je fakulta stavební.

Fakulta umožňuje provoz počítačových učeben i virtualizovaně a nabízí tak studentům a zaměstnancům přístup do takzvaných virtuálních počítačových učeben. Uživatelům je tak umožněno pracovat ve stejném desktopovém prostředí jako je v učebnách a mohou tak využívat aplikace dostupné pouze v dané učebně i vzdáleně, například z domova, nebo koleje.

Na fakultě jsou provozovány dva druhy počítačových učeben:

A) Vybavené klasickými desktopovými PC - každá katedra má pro studenty celodenně k dispozici k fyzické učebně navíc 5 virtuálních počítačů. Pokud má katedra např. tři učebny, je pořád pro katedru celodenně k dispozici maximálně 5 virtuálních počítačů pro všechny tři učebny. Toto omezení je z důvodu limitovaných HW prostředků serverů.

B) Vybavené tenkými klienty s výukou ve virtuálních učebnách - Učebny z této skupiny jsou pro výuku plně virtualizované a neobsahují žádné fyzické počítače. Jsou v nich pouze tzv. "tenčí klienti", pomocí kterých se studenti připojují k virtuálním počítačům. V každé učebně je tedy k dispozici plný počet virtuálních počítačů adekvátně k počtu tenkých klientů v učebně. V době výuky v učebně tedy není možné se k virtuálním počítačům přihlásit z jiných zařízení než z tenkých klientů v příslušné učebně.

1 [<https://www.autocont.cz/reference/virtualizace-desktou-na-Univerzite-Pardubice>]

2 [https://portal.fsv.cvut.cz/vic/virtualni_ucebny.php]

3.2 Příklady typických řešení na světových univerzitách

Příklady řešení virtuálních učeben ve světě byl pověřen externí partner JUMP-TECH, s.r.o, jejichž analýza je uvedena v následující kapitole.

Cílem analýzy bylo zmapovat využití virtuálních učeben pro výuku studentů (popřípadě distanční výuku) na zahraničních univerzitách.

3.2.1 Porovnávání univerzity

Kritéria pro výběr:

- Univerzity hodnocené v top příčkách pro digitalizaci a digitální vzdělávání
- Univerzity, které jsou z různých částí světa
- Dostupné informace
- Inspirativní řešení

Vybrané univerzity:

- 1) Georgia Institute of Technology
- 2) ETH Zurich
- 3) The National University of Singapore
- 4) University of Cambridge
- 5) Princeton University
- 6) Massachusetts Institute of Technology
- 7) California Institute of Technology
- 8) Harvard University
- 9) Stanford University
- 10) University of Oxford
- 11) University of Arkansas
- 12) The University of Edinburgh
- 13) University of Oslo
- 14) University of Helsinki
- 15) University of Aberdeen
- 16) The University of Iowa

3.2.2 Porovnávání parametry

- Typ virtuální infrastruktury VDI (Virtual Desktop Infrastructure)
- Použitá technologie pro VDI na univerzitě
- Použitá technologie hypervisor
- Řešení pro storage nebo servery
- Poskytované SW licence pomocí VDI

3.2.2.1 Typ virtuální infrastruktury VDI

Zkoumané univerzity měly rozdílný přístup k infrastruktuře a nastavení technologie VDI. Ne všechny univerzity poskytovaly informace o kompletním řešení. S určitostí však můžeme říci, že každý typ infrastruktury se na univerzitách vyskytuje. Typy virtuální infrastruktury na univerzitách, které byly identifikovány:

- On-premise
- Cloud
- Hybrid Cloud

	On-premise	Cloud	Hybrid
Georgia Institute of Technology	✓	✓	✓
ETH Zurich	✓	✗	✗
The National University of Singapore	✓	✗	✗
University of Cambridge	✓	✗	✗
Princeton University	✗	✓	✗
Massachusetts Institute of Technology	✓	✗	✗
Harvard University	✓	✗	✗
Stanford University	✓	✓	✓
University of Oxford	✗	✗	✗
University of Arkansas	✓	✓	✓
The University of Edinburgh	✓	✓	✗
University of Oslo	✓	✗	✗
University of Helsinki	✓	✗	✗
University of Aberdeen	✓	✗	✗
The University of Iowa	✓	✗	✗

Obr. 4: Výskyt typů infrastruktury na zkoumaných univerzitách

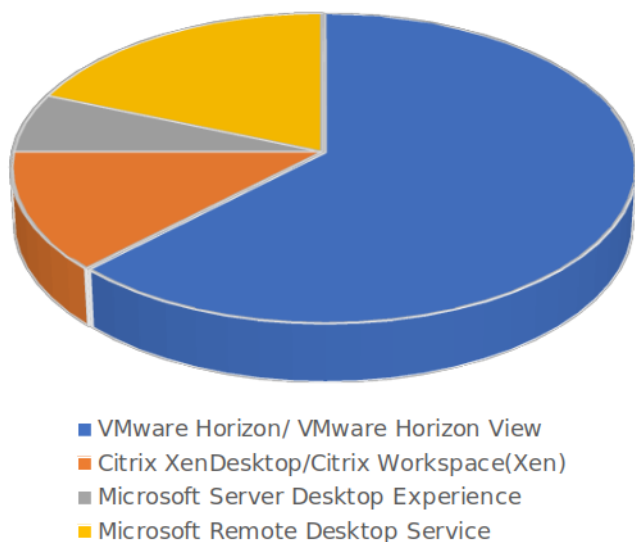
3.2.2.2 Použitá technologie pro VDI na univerzitě

On-premise:

- VMware Horizon / VMware Horizon View
- Citrix XenDesktop
- Microsoft Server Desktop Experience
- Jako alternativa VDI: Microsoft Remote Desktop Service

Nejčastější technologií On-premise řešení VDI během analýzy univerzit byla VMware Horizon/VMware Horizon View. Dalšími technologiemi používajícími se na univerzitách byly: Microsoft Server Desktop Experience a Citrix XenDesktop. Jako alternativu ke standardním řešením VDI nabízely některé univerzity možnost vzdáleného ovládání plochy zařízení: Microsoft Remote Desktop Service (RDS).

Použití On-premise VDI technologií a RDS na zkoumaných univerzitách:



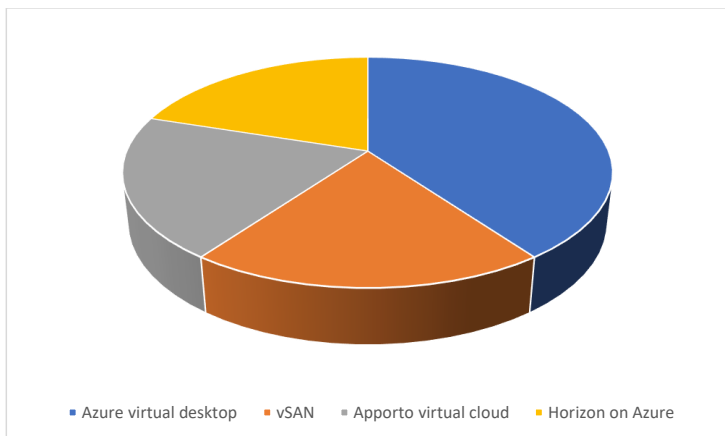
Obr. 5: Procentuální zobrazení využívaných On-premise technologií VDI na zkoumaných univerzitách

Cloud:

- Azure virtual desktop
- vSAN
- Apporto virtual cloud
- Horizon on Azure

Cloudové řešení bylo na univerzitách použito ve většině případech jako podpora On-premise řešení, nicméně jedna z univerzit (Princeton Univerzity) využívá čistě cloudové řešení VDI a RDS: Azure virtual desktop a Microsoft Remote Desktop. Ostatní univerzity používaly cloudové řešení: Azure virtual desktop, Apporto virtual cloud, Horizon on Azure a vSAN ve spojení s On-premise řešeními VDI.

Cloudové technologie pro implementaci VDI infrastruktury na zkoumaných univerzitách:

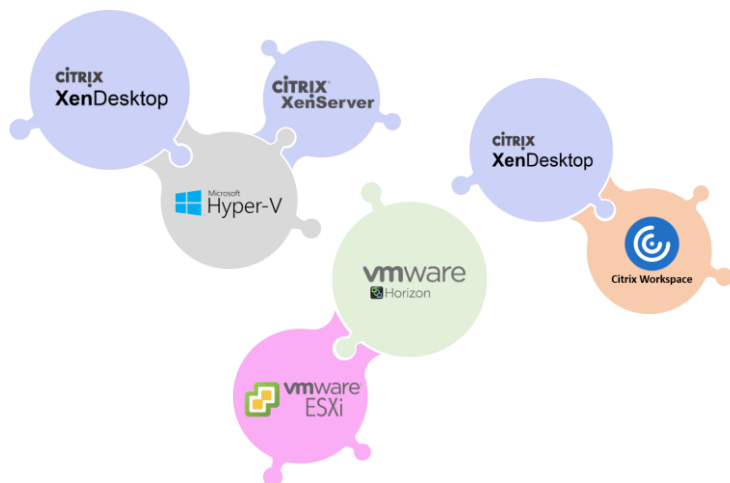


Obr. 6: Procentuální zobrazení využívaných Cloud technologií VDI na zkoumaných univerzitách

3.2.2.3 Použitá technologie hypervisor

Univerzity ve většině případů neposkytovaly informace o vybrané technologii hypervisoru. Univerzity, které tyto informace poskytovaly, používaly kombinaci těchto technologií:

- VMware – ESXi ve spojení s VMware Horizon (ETH Zurich a University of Oslo)
- Citrix XenServer + Microsoft Hyper-V 2921 ve spojení s Citrix XenDesktop (Georgia Institute of Technology)
- Citrix Workspace ve spojení s Citrix XenDesktop (University of Cambridge)



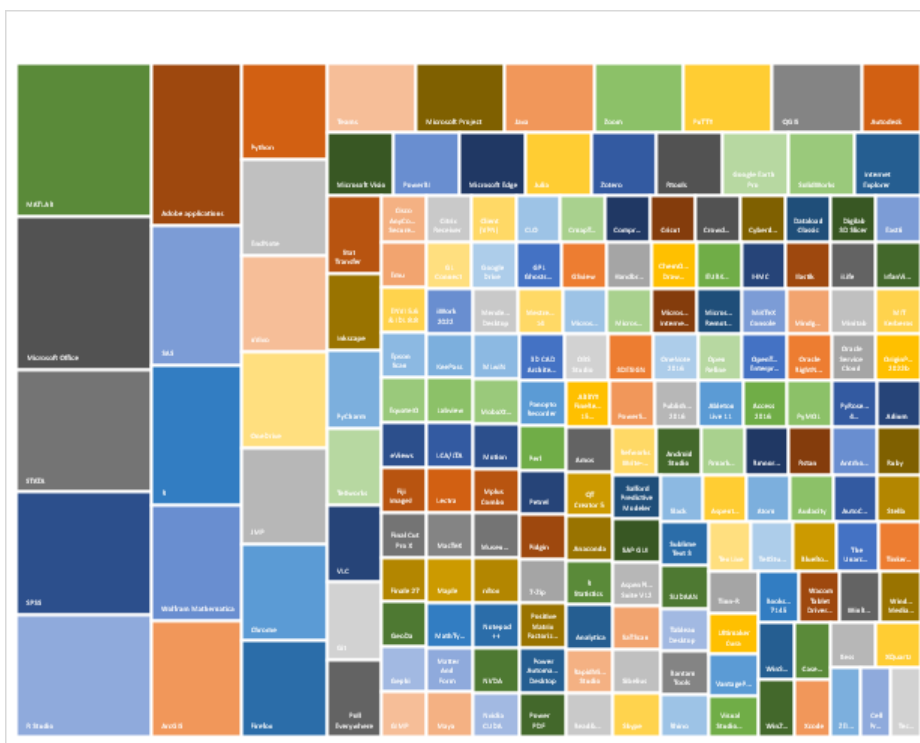
Obr. 7: Spojení technologií

3.2.2.4 Poskytované SW licence pomocí VDI

Zkoumané univerzity poskytují množství SW licencí, které jsou dostupné pro studenty a zaměstnance pomocí virtuální infrastruktury. Typy SW poskytované pomocí VDI na univerzitách:

- Běžný kancelářský SW: Microsoft Office, 7zip, WinZip, Chrome, Firefox atd.
- Komunikační SW: Zoom, Teams atd.
- Programátorský SW: Visual Studio Code, Xcode atd.
- Statistické a matematické SW: Wolfram Mathematica, MATLAB, R, STATA, SPSS atd.
- Audio SW: VLC, WMP
- 3D modelovací SW: AutoCAD, 3D CAD Architecture, 3DESIGN atd.
- 2D designový SW: Adobe apps (Photoshop, Illustrator, Indesign...)

A mnohé další viz. tabulka poskytovaných SW pomocí VDI na univerzitách:



Obr. 8: Poskytované SW licence pomocí VDI na univerzitách

3.2.2.5 Inspirativní řešení virtuální učebny

Tech Target Access Innovation Award for Innovative VDI Solution – University of Arkansas



Obr. 9: University of Arkansas computer lab⁴

Problém: Univerzita potřebovala poskytnout zaměstnancům a studentům řadu aplikací a zároveň snížit zatížení IT údržby.

Řešení: Univerzita přizvala společnosti Dell EMC a VMware, které poskytly infrastrukturní hardware, software pro virtualizaci desktopů a tenké klienty.

Inovace: Tato kombinace technologií umožnila oddělení IT nasazovat virtuální desktopy pro různé potřeby, škálovat je podle požadavků uživatelů a vyvíjet je tak, aby splňovaly požadavky různých vysokých škol a oddělení.

Před výběrem Dell EMC VDI služeb a VMware Horizon, univerzita zkoumala HP Enterprise infrastrukturu a Citrix pro VDI SW.

Použité technologie:

- Dell EMC PowerEdge R630 server pro management clusteru
- Dell EMC PowerEdge R730 servery pro výpočetní uzly
- Dell Wyse 3030 LT tenké klienty

4 <https://www.techtarget.com/searchvirtualdesktop/news/252433812/Dell-EMC-VDI-helps-university-expand-application-access>

<https://www.dell.com/en-us/blog/congratulations-to-the-university-of-arkansas-on-their-tech-target-access-innovation-award-for-innovative-vdi-solution/>

- VMware Horizon in Workspace One pro SW virtuálního desktopu
- VMware vSAN pro softwarově definované úložiště
- VMware NSX 6.3 pro virtualizaci sítě
- Nvidia Grid a Tesla M10 grafické karty pro akceleraci GPU

Proces:

1. Zaměstnanci IT stanovili celkovou architekturu
2. Nasadili tenké klienty
3. Vytvořili cluster pro správu a nasadili NSX
4. Vytvořili výpočetní uzly, které ukládají a spouštějí paměť, zpracování a další prostředky pro nasazení virtuálních strojů
5. Výpočetní uzly přidali do VMware Horizon, aby umožnili poskytování virtuálních desktopů

3.3 Porovnání řešení ČZU se světem

Univerzity s možností využití hybridních učeben byly ve většině případů vybaveny velkým množstvím SW, které je možné používat pomocí virtuálních počítačů a virtuálního prostředí. Pro vzdělávací účely poskytovaly možnost využití nástrojů, které mají vysoké nároky na HW, ale i běžný vzdělávací a pracovní nástroje. Ve většině zkoumaných univerzit byly použity On-premise řešení virtuální infrastruktury, ale pro škálovatelnost a flexibilitu se na některých univerzitách používaly s kombinací s Cloudovými řešeními virtuální infrastruktury.

Nejčastější technologií pro On-premise virtuální infrastrukturu byla VMware Horizon/VMware Horizon View a pro Cloud Azure virtual desktop.

Zajímavým řešením bylo kompletní nasazení celého virtuálního prostředí v přímé spolupráci s dodavateli a s jejich pomocí nastavení ideálního řešení pro specifické požadavky univerzity – University of Arkansas.

Česká zemědělská univerzita v Praze se hodlá vydat stejným směrem, jako přední zahraniční univerzity, kdy je v plánu využít On-premise řešení v podobě platformy VMware Horizon a v případě nedostatku On-prem HW zdrojů (popřípadě požadavku na specifický HW) využít cloudových providerů.

4 Závěr

4.1 Výsledná varianta řešení

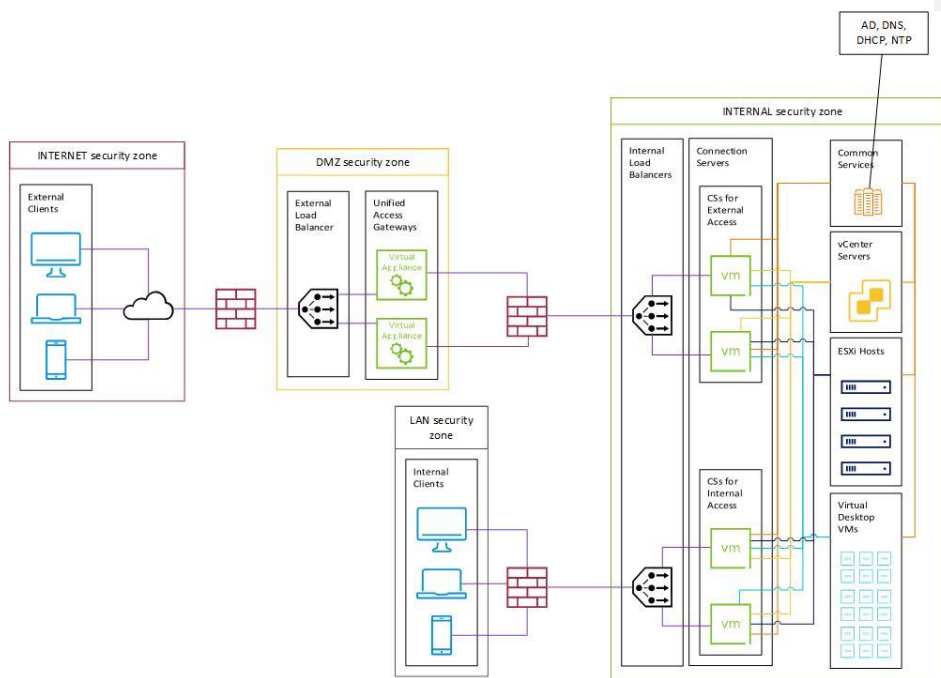
Výsledné řešení virtuálních učeben bude realizováno na platformě **VMware Horizon**, které splňuje náročné požadavky pro provoz virtuálních učeben. Navržené řešení se skládá z HW a SW části, které jsou zapotřebí k běhu virtuálních PC. V rámci HW je nutno zajistit výkonné servery s vícejádrovými procesory, které by měly zabezpečit běh méně náročných aplikací pro větší množství virtuálních PC. Zároveň je však nutné zvážit i pořízení serverů s vysokým jednojádrovým výkonem pro zajištění běhu specializovaných SW. K tomu je nutné pořízení dostatečné diskové kapacity pro ukládání dat (vysoká kapacita bez požadavku na vysoký výkon) i pro specializovaný SW s vysokými nároky na výkon diskového úložiště (SSD NVMe). Pro provoz graficky náročných aplikací je třeba pořízení speciálních grafických serverů, které budou poskytovat grafický výkon pro virtuální PC, popřípadě využít pro tyto případy některého z cloudových providerů.

V rámci SW části je třeba pořízení aplikačního vybavení VMware Horizon, který pokryje správu virtuálních učeben a zároveň umožní vytvoření Portálu pro obsluhu, přes který budou moci uživatelé virtuální učebny využívat.

Navrhované řešení bude z větší části realizované **vlastním HW ve správě ČZU**, nicméně v případě nedostatku HW zdrojů bude možné využít i cloudových služeb. Z pohledu uživatele nebude patrné, jestli využívá interní či cloudové zdroje.

Okomentoval(a): [BJ1]: Nutno učesat, zvolená platforma VMWare Horizon. Onpremise

Okomentoval(a): [MM2R1]: Doplněné v textu



4.2 Hardwarová specifikace

Z průzkumu a provedeného PoC nám vychází pro potřeby podpory jednoho tisíce studentů tyto konkrétní technické specifikace HW. S ohlednutím na nutnost vybudování kompletní infrastruktury, neboť naše současné technologie není schopna pojmout tuto rozsáhlou zátěž. Průzkumem trhu a provedenými testy, tak navrhujeme tento HW:

Serverové řešení

Popis	PN	počet KS
HPE Synergy 12000 CTO Frame 10x Fan	P06011-B21	2
HPE VC SE 100Gb F32 Module	867796-B21	4
HPE QSFP+ 40Gb Bi-Directional XCVR	841716-B21	8
HPE X140 40G QSFP+ LC LR4 SM XCVR	JG661A	16
HPE Synergy VC 32Gb FC Module	876259-B21	4
HPE Synergy 4-port Frame Link Module	876852-B21	4
HPE BLC VC 1G SFP RJ45 Transceiver	453154-B21	4
HPE Synergy 12000F 6x 2650W AC Ti FIO PS	798096-B21	2
HPE Synergy 12000 Frame Rack Rail Option	804938-B21	2
HPE Synergy 12000 Frame 4x Lift Handle	804943-B21	2
HPE Synergy Composer2 Appliance	872957-B21	4
HPE B-series 4x16 SW QSFP Transceiver	K2Q87A	8
HPE Door/dock Extra Large Delivery SVC	AC131A	2
HPE 100Gb QSFP28 to QSFP28 3m DAC	845406-B21	4
HPE BLC 10G SFP+ SFP+ 3m DAC Cable	487655-B21	2
HPE Technical Installation Startup SVC	HA124A1	1
HPE Synergy First Frame Startup SVC	HA124A1#5ZM	1
HPE Synergy Additional Frame Startup SVC	HA124A1#5ZQ	1
5 year - HPE Tech Care Essential		2
HPE Synergy Composer2 Appliance	872957-B21	2
HPE VC SE 100Gb F32 Module	867796-B21	2
HPE Synergy VC 32Gb FC Module	876259-B21	2
HPE Synergy 4-port Frame Link Module	876852-B21	2
HPE BLC VC 1G SFP RJ45 Transceiver	453154-B21	2
HPE 100Gb QSFP28 to QSFP28 3m DAC	845406-B21	2
HPE BLC 10G SFP+ SFP+ 3m DAC Cable	487655-B21	1
HPE Synergy 5830C 32Gb FC HBA	777456-B21	12
HPE Synergy 6820C 25/50Gb CNA	P02054-B21	12

5 year - HPE Tech Care Essential		1
HPE SY 480 Gen10 CTO Cmpnt Mdl	871940-B21	12
HPE SY480 Gen10 Xeon-G 6248R FIO Kit	P23593-L21	12
HPE SY480 Gen10 Xeon-G 6248R Kit	P23593-B21	12
HPE 64GB 2Rx4 PC4-2933Y-R Smart Kit	P00930-B21	144
HPE Synergy Gen10 SATA FIO Board Kit	872955-B21	12
HPE Synergy 5830C 32Gb FC HBA	777456-B21	12
HPE Synergy 6820C 25/50Gb CNA	P02054-B21	12
HPE Door/dock Small Delivery SVC	AC111A	12
5 year - HPE Tech Care Essential		12

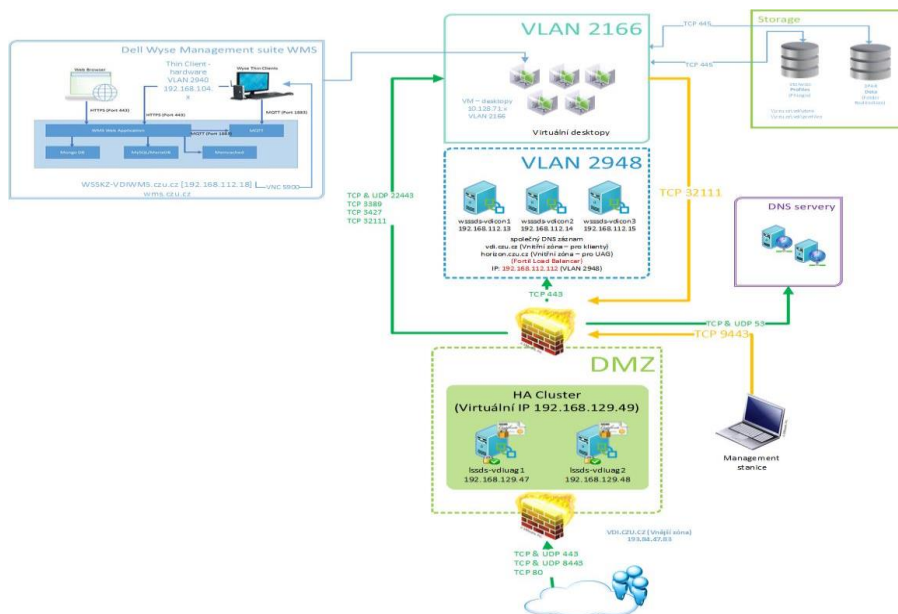
Storage subsystem

Popis	PN	počet KS
FlashSystem 5035 SFF Control Enclosure	2072-3N4	2
Power Cord - PDU Connection	9730	2
Order Type 1 - CTO	ADN1	2
Shipping and Handling NC	AG00	2
AC Power Supply HE	AHPA	2
Hybrid Flash Indicator	AHZE	2
1.92TB 12 Gb SAS 2.5 Inch Flash Drive	AL80	8
16 Gb FC 4 Port Adapter Cards (Pair)	ALBG	2
Easy Tier	ALE9	2
32 GB Cache Upgrade	ALGA	2
5 year IBM Basic Care 8x5 NBD		2
FlashSystem 5000 HD LFF Expansion Enclosure	2072-92G	2
3m 12Gb SAS Cable (mSAS HD)	ACUC	4
Order Type 1 - CTO	ADN1	2
Shipping and Handling NC	AG00	2
Power Cord - PDU HD Exp.	AHP5	2
Hybrid Flash Indicator	AHZE	2
12TB 7.2K 3.5 Inch NL HDD	AL4A	116
5 year IBM Basic Care 8x5 NBD		2
IBM FlashSystem 7300 NVMe Control Enclosure	4657-924	1
Power Cord - PDU Connection	9730	1
240 GB M.2 Boot drive Pair	ACGV	2

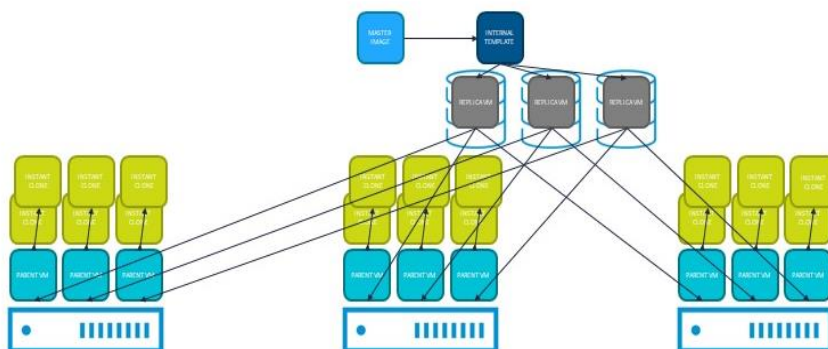
32 Gb FC 4 Port Adapter Cards (Pair)	ADBE	2
Order Type 1 Indicator - CTO	ADN1	1
38.4 TB NVMe Flash Core Module	ADSD	15
Shipping and Handling - No Charge	AG00	1
All Flash Indicator	AHZD	1
Expert Care Indicator	ALH0	1
EC Advanced 24hr CF 5 Year	ALKX	1
5 year, Advanced Expert Care, 24hr Committed Fix	4658-AF3	1
IBM FlashSystem 7300 NVMe Control Enclosure	4657-924	1
Power Cord - PDU Connection	9730	1
240 GB M.2 Boot drive Pair	ACGV	2
32 Gb FC 4 Port Adapter Cards (Pair)	ADBE	2
Order Type 1 Indicator - CTO	ADN1	1
38.4 TB NVMe Flash Core Module	ADSD	15
Shipping and Handling - No Charge	AG00	1
All Flash Indicator	AHZD	1
Expert Care Indicator	ALH0	1
EC Advanced 24hr CF 5 Year	ALKX	1
5 year IBM Storage Expert Care Basic	4658-B03	1

4.3 Návrh technické realizace

Zjednodušené schéma topologie infrastruktury



Rozvrstvení desktopů mezi jednotlivé serverové hosty – distribuce image na HW



Z výše uvedeného schématu vyplývá výpočet zdrojů nutných pro výstavbu platformy pro VDI infrastrukturu.

Kalkulace výpočtu potřebných HW zdrojů

Tento projekt má za cíl umožnit souběžnou práci na virtuální infrastruktuře řádově stovkám uživatelů. Tomu musí odpovídat i HW prostředky serverové infrastruktury. Vše záleží na výsledném počtu a poměru jednotlivých typů HW konfigurace virtuálních PC.

Kalkulace vychází z předpokladu, že 80 % virtuálních PC bude základního typu, tedy 2CPU, 6GB RAM a 80GB systémový disk. Zbýlých 20 % PC bude obsahovat 4CPU, 8GB RAM a 80GB systémový disk. Samostatnou kapitolou budou pak výkonná virtuální PC, kdy se kalkuluje s 25 virtuálními PC, které budou mít 8CPU, 16GB RAM a zhruba 200GB systémový disk. Pokud dané rozdělení budeme aplikovat na 300 podpořených studentů, pak vycházejí následující požadavky:

Typ VM	Počet jader CPU	Počet RAM [GB]	Kalkulovaný počet	Součet CPU	Součet RAM
VM-1	2	6	240	480	1440
VM-2	4	8	60	240	480
VM-3	8	16	25	200	400
Celkový součet				920 CPU	2320 RAM
Server 1	74	768	6	444	4608

Dle tabulkového výpočtu výrobce je udáván počet 50 virtuálních PC na jeden fyzický server. V případě souběhu 300 provozovaných virtuálních PC tak docházíme k výpočtu, že bude potřeba minimálně 6 ks fyzických serverů a to v konfiguraci 2x Xeon - Gold 6248 R, sweetpot VDI procesor + 768 GB RAM per host.

Kalkulace diskového prostoru pro desktopy

Ohledně plánování diskových kapacit je situace složitější, neboť tyto nároky jsou závislé na použité technologii. Při použití technologie instantních klonů, lze očekávat výraznou úsporu diskového prostoru, který není dán aritmetickým součinem počtu virtuálních PC a požadované diskové kapacity. Základní image je pro všechny stejné typy virtuálních PC shodná, fyzicky zabírá zhruba 4násobek nominální kapacity na diskovém poli. Každý virtuální počítač má pak separátní diskový prostor, do kterého jsou ukládány rozdíly, oproti základní image. Tento prostor je složité predikovat, nicméně lze ho odhadnout na desítky GB pro každé virtuální PC.

Dalším hlediskem je počet variantních základních image pro každou fakultu. Pokud budou pro každou fakultu připraveny všechny typy uvažovaných základních image, lze hrubý výpočet diskové kapacity vypočítat dle níže uvedeného vzorce:

$$Dk[GB] = (\text{disk_VM} * f * ik) + (\text{vPC} * \text{delta_VM})$$

disk_VM – disková kapacita základní image [GB]

f – počet fakult

ik – počet kopií základní image v rámci technologie instant clone

vPC – počet spuštěných virtuálních PC

delta_VM – plánovaná kapacita delta disků (+ kapacita profilů) jednotlivých virtuálních PC [GB]

Výsledná kapacita diskového úložiště musí být dostačující pro souběh všech teoreticky spustitelných virtuálních PC. Diskový systém musí obsahovat rychlé diskové kapacity pro optimální běh operačního systému a aplikací, pro ukládání uživatelských dat je pak kladen požadavek spíše na hrubou kapacitu.

Výsledná disková kapacita je kalkulována podle následující výpočtové tabulky, která vychází z kalkulačního vzorce (Dk[GB]):

Typ VM, server	Disk [GB]	Delta disk [GB]	Kalkulovaný počet VM	Počet fakult / serverů	Součet kapacity [GB]
VM-1	120	300	750	5	227400
VM-2	120	300	250	5	77400
VDI infra	120			8	960
Celkový součet					304800

Kalkulace diskového prostoru pro uživatelská data

Tento prostor je složité predikovat, nicméně lze ho odhadnout na stovku GB pro každého uživatele.

Zde je však rozdíl oproti desktopové infrastruktuře. Není zde potřeba využívat rychlé SSD disky, ale postačí tierované úložiště postavené na NLSAS discích, hrubý výpočet diskové kapacity vypočítáme dle předpokládaného počtu uživatelů. V našem případě počítáme s 1000 přístupujícími studentů per semestr.

	Disk [GB]	Kalkulovaný počet studentů	Součet kapacity [GB]
	120	1000	120000

4.4 Podklady výběrové řízení

4.4.1 Předmět zakázky

Předmětem zakázky je vývoj, testování a nasazení softwarových komponent pro aplikaci „Portál pro obsluhu“ a VM Horizon (virtualizace). Součástí řešení je i integrace „Portálu pro obsluhu“ do aplikace „My ČZU“.

4.4.2 Cíle projektu

Softwarové řešení bude naplňovat následující cíle a úlohy:

- Kompletní konfigurace VMware Horizon pro účely virtuálních učeben
- Zajistit robustní a komplexní řešení pro konfigurování a management šablon přes VMware Horizon
- Příprava vzorových šablon ve VMware Horizon
- Vytvořit robustní řešení pro novou aplikaci „Portál pro obsluhu“, která bude přes API rozhraní řídit vytváření instancí virtuálních strojů ve VMware Horizon
- Vytvořit řešení na řízené vytváření a vypínání VM podle připravených rezervací
- Vytvořit proces na rezervaci VM na základě vytvořených šablon a dostupných zdrojů pro řízenou výuku
- Vytvořit proces na rezervaci VM na základě vytvořených šablon a dostupných zdrojů pro neřízenou výuku
- Vytvořit řešení na zobrazení všech rezervací přihlášeného uživatele
- Vytvořit řešení pro notifikování uživatele před blížícím se koncem rezervace
- Vytvořit řešení pro administraci aplikace „Portál pro obsluhu“
- Vytvořit evidenci všech rezervací, které procházely přes „Portál pro obsluhu“ včetně audit logů
- Vytvořit řešení pro monitoring základních informací z virtualizační platformy
- Zajistit integrace aplikace „Portál pro obsluhu“ do My ČZU (pro studenty)

Termín dodání všech výstupů SW řešení je do dvou měsíců od obdržení objednávky.

Dodáním vývojové fáze SW řešení je považováno dodání všech výstupů z fáze vývoj z kapitoly Požadavky na dodávku.

Dodáním testovací fáze SW řešení je považováno za úspěšné ukončení uživatelských akceptačních testů, výkonnostních testů a penetračních testů z kapitoly Požadavky na dodávku.

Dodáním provozní fáze SW řešení je považováno úspěšné nasazení řešení do provozního prostředí z kapitoly Požadavky na dodávku.

Od dodavatele se požaduje návrh projektového plánu s klíčovými milníky (na základě výstupů projektu) v souladu s požadovaným termínem dodání.

4.4.3 Požadavky na dodávku

4.4.3.1 Požadavky na organizaci a výstupy projektu

4.4.3.1.1 Aktivity a výstupy

Následující kapitola shrnuje požadovanou organizaci projektu a výstupy jednotlivých fází v rámci realizace projektu. Výstupy jsou označeny kódem výstupu (D1 – Dodávka 1):

- Projektový management
 - D1: Projektový plán
 - Aktivity, milníky, Výstupy, Součinnost ČZU
- Vývoj
 - D2: Instalační balíčky ve formátu Docker image
 - D3: API kontrakty ve formátu OpenAPI
 - D4: D2: Instalační balíčky ve formátu aab a ipa
- Dokumentace
 - D5: Instalační příručky
 - D6: Uživatelská příručka
 - D7: Administrátorská příručka
 - D8: Dokumentace API rozhraní ve formátu OpenAPI
- Testování
 - D9: Report z uživatelského testování
 - D10: Report ze systémových testů
 - D11: Zápis z akceptačních testů
 - D12: Report z penetračního testování
 - D13: Report ze zátěžového testování
- Nasazení
 - D14: IAC skripty (Helm)
 - D15: Google Play Store + Apple AppStore
- Školení
 - D16: Podklady školení

4.4.3.2 Projektové řízení

Řízení projektu je požadované metodologií Prince2.

4.4.3.3 Návrh a design architektury

Při komunikaci o návrhu a designu architektury je požadováno využít framework TOGAF a modelovací jazyk ArchiMate a UML. Součástí dodávky řešení je i detailní návrh řešení.

4.4.3.4 Vývoj

Při vývoji je požadováno dodržovat v maximální smysluplné míře následující principy, metodiky a postupy:

- Clean code
 - yagna
 - DRY
 - Idempotentní operace
 - Používání Final
 - + další
- Microservices
 - 12 Factor

- Saga
- Database per service
- Service per container
- API Gateway
- Observability
- Reliability
- Security
- + další

Při vývoji je požadovaný vývoj softwaru s použitím verzionovacího repozitáře s podporou větví a kolaborace vývojáře pomocí požadavků na zapracování nové funkcionality do hlavní větve (Pull / Merge request) a statickou analýzou kódu.

Rovněž je požadována automatizovaná integrace kódu a nasazování.

4.4.3.5 Testování

Je požadované automatizované testování i manuální testování. Reporty a výstupy z testování jsou součástí výstupů projektu.

4.4.3.6 Integrace do stávajícího řešení

Dodavatel po podpisu smlouvy získá přístup ke zdrojovým kódům potřebným pro realizaci požadavek a detailnímu technickému postupu integrace nových modulů do stávajícího řešení (např. integrace do MyČZU).

High level postup pro integraci požadovaných modulů:

- Integrace React Native komponent (screeny) se servisami a Axios REST klientami pro mobilní aplikaci
- Integrace ReactJS komponent (dialogy) se servisami a REST klientami pro administraci
- OpenAPI kontrakty
- Vytvoření mikroservis pro cachování a synchronizaci veřejných dat z api gateway CZU
- Vytvoření mikroservis pro správu aplikací na mobilním zařízení
- Integrace spring cloud gateway filtr pro identity brokering
- Integrace spring cloud gateway konfigurace pro routing požadavek z mobilní aplikace a administrace
- Importování konfiguračního souboru do Keycloak pro identity brokering

4.4.3.7 Nasazování

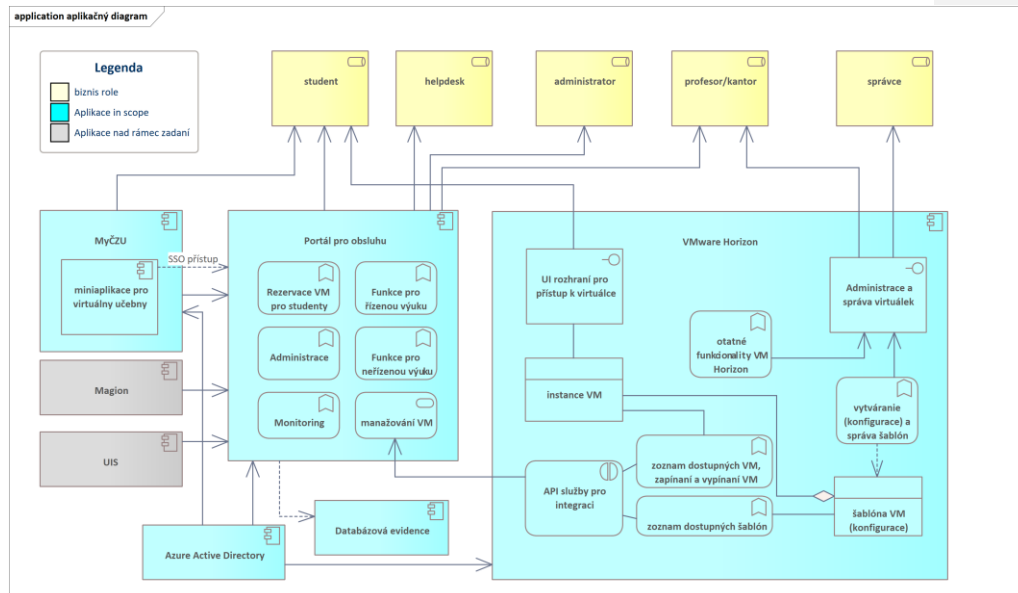
Prostředí musí být v co největší míře automatizované a definované jako IAC (Infrastructure as a Code) deployitelné pomocí automatizačních nástrojů. Takový postup je požadovaný z důvodu umožnění vytváření dalších provozních prostředí v případě potřeby ČZU (např. Pro integrační testování, školící prostředí a podobně).

4.4.3.8 Školení

Je požadované v rámci akceptačního testování poskytnout školení pro:

- Oddělení výučby (doktorandy a profesory)
- Oddělení ICT

4.4.4 Aplikační architektura



4.4.5 Funkční požadavky, nefunkční požadavky a případy použití

Předmětem dodání je realizování níže uvedené podмноžiny funkčních požadavek (kapitola 2.6.4), nefunkčních požadavek (kapitola 2.6.5), splnění všech případů použití (kapitola 2.6.7) a případně definování a splnění těch případů použití, které nebyli zmíněni, ale jsou potřebné pro správné fungování výsledného řešení.

VMware Horizon:

- Instalace a konfigurace instance VM Horizon
- Vytvoření několika testovacích images pro účely testování

Portál pro obsluhu:

- Vytvoření samostatné frontend aplikace a samostatné obslužné backend aplikace
- Integrace na Azure Active Directory
- Vytvoření funkcionalit pro přehled všech rezervací přihlášeného uživatele s možností filtrování, seřazování a stránkování
- Vytvoření funkcionality pro vytvoření nové rezervace (pro řízenou a pro neřízenou výuku)
- Vytvoření datové evidence - číselníků pro řízenou výuku, která bude manuálně naplňována, jedná se o náhradní řešení dokud nebude realizována integrace na UIS
- Vytvoření funkcionality pro vytvoření nové rezervace na základě historické rezervace (duplikování)
- Vytvoření funkcionality pro úpravu vytvořené rezervace včetně prodloužení stávající rezervace

- Vytvoření funkcionality pro prohlížení detailů vytvořených rezervací
- Vytvoření funkcionality pro zrušení vytvořené rezervace (která ještě nezačala)
- Vytvoření komplexní databázové evidence rezervačního systému s audit logy
- Integrovaní se na API webové služby poskytovaných VMware Horizon pro získávání informací, aktuálního stavu i pro zapínání a vypínání VM podle připravených rezervací
- Oznámení uživatele v případě, že se nepodařilo nastartovat VM
- Notifikace uživatele před koncem blížící se rezervace VM (ukončení rezervace)
- Vytvoření administračního rozhraní
 - se seznam aktuálních rezervací,
 - historií rezervací,
 - reportem rezervací, které nebyly využity,
 - možnosti zrušení vytvořených rezervací.
 - Obrazovka pro management údajů
 - seznam dostupných imagů (načtených z VM Horizon)
 - jejich zviditelnění v portálu (ne každá šablona musí být viditelná studentům)
 - přiřazení šablon k předmětům

MyČZU:

- Vytvoření nové miniaplikace na zobrazení „Portálu pro obsluhu“
- Konfigurace zobrazení "Portálu pro obsluhu" přes webview
- Nastavení SSO mezi MyČZU a "Portálem pro obsluhu"
- Generování push oznámení o blížícím se konci platnosti rezervace – po klepnutí na notifikaci nastane přesměrování na obrazovku s detailem rezervace, které končí platnost.

5 Seznam zkratek

Zkratka	Vysvětlení
VDI	Virtual Desktop Infrastructure
VLE	Virtual Learning Environment
DaaS	Desktop as a Service
SSO	Single sign-on
HW	Hardware
SW	Software
RDP	Remote Desktop Protocol
ICA	Independent Computing Architecture
PCoIP	Personal Computer over Internet Protocol
vGPU	Virtual graphics processing unit
ESXi	Elastic Sky X integrated
PoC	Proof of Concept

6 Použité zdroje

<https://campustechnology.com/articles/2014/06/12/georgia-tech-engineering-students-use-virtual-desktops-to-access-specialized-tools-anywhere-anytime.aspx>

<https://www.intel.in/content/dam/doc/case-study/mission-critical-computing-xeon-5600-georgia-tech-case-study.pdf>

<https://ethz.ch/content/dam/ethz/associates/services/Service/IT-Services/files/sla/sla-virtual-desktop-infrastructure.pdf>

<https://nusit.nus.edu.sg/wp-content/uploads/2020/01/Virtual-Desktop-20200217.pdf>

<https://nusit.nus.edu.sg/itcare/>

<https://help.uis.cam.ac.uk/apps-anywhere-closure>

<https://vdi-horizon.cambridgeassessment.org.uk/>

https://princeton.service-now.com/service?id=kb_article&sys_id=KB0012822

<http://kb.mit.edu/confluence/display/istcontrib/Horizon+Virtual+Desktops+and+Computer+Labs+Landing+Page>

<https://www.hsph.harvard.edu/information-technology/service/virtual-desktop-infrastructure/>
<https://www.hsph.harvard.edu/information-technology/frequently-asked-questions/vdi-faq/student-vdi-software-inventory/>
<https://uit.stanford.edu/service/vdi>
<https://thehub.stanford.edu/services/available-software>
<https://help.it.ox.ac.uk/remote-desktop-service>
<https://www.dell.com/en-us/blog/congratulations-to-the-university-of-arkansas-on-their-tech-target-access-innovation-award-for-innovative-vdi-solution/>
<https://www.nvidia.com/content/dam/en-zz/Solutions/design-visualization/solutions/resources/documents1/vgpu-university-arkansas.pdf>
<https://www.youtube.com/watch?v=0Yt5KLEM7cl>
<https://www.ed.ac.uk/information-services/computing/desktop-personal/off-site-working/remote-desktop>
<https://www.ed.ac.uk/information-services/computing/desktop-personal/software/students-software/student-software-list>
<https://www.ed.ac.uk/information-services/computing/desktop-personal/remote-software>
<https://www.ed.ac.uk/information-services/computing/desktop-personal/avd>
<https://www.uio.no/english/services/it/computer/vdi/>
<https://www.uio.no/tjenester/it/aktuelt/planlagte-tjenesteavbrudd/2022/2022-11-24-VDI-og-Programkiosk.html>
<https://www.uio.no/english/services/it/computer/vdi/help/what-is.html>
<https://www.uio.no/english/services/it/computer/vdi/help/who.html>
<https://helpdesk.it.helsinki.fi/en/instructions/computer-and-printing/workstation-service/virtual-desktops-vdi>
<https://www.abdn.ac.uk/toolkit/systems/remote-access/>
<https://www.abdn.ac.uk/it/student/get-started/remote-access.php>
<https://etc.engineering.uiowa.edu/vdi-how-use-virtual-windows-desktop>
<https://www.inside.iastate.edu/article/2020/05/21/labs>
<https://hs.iastate.edu/vdi-computer-lab/>