

**Vysoká škola logistiky o.p.s.**

**VYUŽITÍ CLOUDOVÝCH ŘEŠENÍ  
PRO PROVOZ LOGISTICKÝCH  
APLIKACÍ**

(Bakalářská práce)

Přerov 2019

Jakub Kolařík



Vysoká škola  
logistiky  
o.p.s.

## Zadání bakalářské práce

student

**Jakub Kolařík**

studijní program  
obor

Logistika  
Informační management

Vedoucí Katedry bakalářského studia Vám ve smyslu čl. 22 Studijního a zkušebního řádu Vysoké školy logistiky o.p.s. pro studium v bakalářském studijním programu určuje tuto bakalářskou práci:

Název tématu: **Využití cloudových řešení pro provoz logistických aplikací**

Cíl práce:

Představit cloudová řešení podnikového informačního systému z nabídky firmy SAP. Porovnat a na typových příkladech prokázat přínos těchto cloudových řešení podnikového informačního systému. Vhodnou formou vyhodnotit navrhovaná řešení.

Zásady pro vypracování:

Využijte teoretických východisek oboru logistika. Čerpejte z literatury doporučené vedoucím práce a při zpracování práce postupujte v souladu s pokyny VŠLG a doporučeními vedoucího práce. Části práce využívající neveřejné informace uveďte v samostatné příloze.

Bakalářskou práci zpracujte v těchto bodech:

Úvod

1. Informační systémy
2. Cloudové služby
3. Možnosti cloudových řešení fy SAP
4. Porovnání a přínosy navrhovaných cloudových řešení
5. Vyhodnocení výsledků

Závěr

Rozsah práce: 35 – 40 normostran textu

Seznam odborné literatury:

GROS, I. a kol. Velká kniha logistiky. Praha: VŠCHT, 2018. ISBN 978-80-7080-952-5.

SODOMKA, P. a H. KLČOVÁ. Informační systémy v podnikové praxi. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-2878-7.

JOLTON, M. Logistics with SAP 4/HANA. Rheinwerk: Verlag, 2017. ISBN 9781493215898.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Libor Kavka, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce:

31. 10. 2018

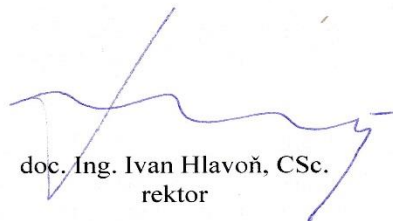
Datum odevzdání bakalářské práce:

4. 5. 2019

Přerov 31. 10. 2018



Ing. et Ing. Iveta Dočkalíková, Ph.D.  
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivan Hlavoň, CSc.  
rektor

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a že jsem ji vypracoval samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a že jsem v práci neporušil autorská práva ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o autorském právu, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Prohlašuji, že jsem byl také seznámen s tím, že se na mou bakalářskou práci plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo. Beru na vědomí, že Vysoká škola logistiky o.p.s. nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro pedagogické, vědecké a prezentační účely školy. Užiji-li svou bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat před tím o této skutečnosti Vysokou školu logistiky o.p.s. prorektora pro vzdělávání.

Prohlašuji, že jsem byl poučen o tom, že bakalářská práce je veřejná ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 47b. Taktéž dávám souhlas Vysoké škole logistiky o.p.s. ke zpřístupnění mnou zpracované bakalářské práce v její tištěné i elektronické verzi. Souhlasím s případným použitím této práce Vysokou školou logistiky o.p.s. pro pedagogické, vědecké a prezentační účely.

Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze bakalářské, elektronická verze na odevzdaném optickém médiu a verze nahraná do informačního systému jsou totožné.

V Přerově, dne 4. 5. 2019

.....

podpis

## **Poděkování**

Touto cestou bych rád poděkoval panu Ing. Liborovi Kavkovi, Ph.D. za odbornou pomoc a cenné připomínky při zpracování této bakalářské práce.

## **Anotace**

Cílem této bakalářské práce je představit cloudová řešení postavená na produktech firmy SAP pro provoz logistických informačních systémů a logistických aplikací. Následně tato řešení porovnat a na příkladech implementace prokázat výhody cloudových řešení pro podnikovou informatiku.

## **Klíčová slova**

Cloudová řešení, SAP, SAP HANA, Informační systémy, Virtualizace, ERP, IaaS, SaaS, PaaS

## **Annotation**

The aim of this bachelor thesis is to present cloud solutions based on the products of SAP designed to power logistics information systems and logistics applications. These solutions will subsequently be compared and the advantages of cloud solutions for corporate informatics will be demonstrated using examples of implementation.

## **Keywords**

Cloud solutions, SAP, SAP HANA, Information systems, Virtualization, ERP, IaaS, SaaS, PaaS

# OBSAH

<b>Úvod</b> .....	10
<b>1 Informační systémy</b> .....	11
1.1 Informační technologie .....	11
1.2 Hierarchie informačních systémů .....	12
1.2.1 Provozní úroveň.....	12
1.2.2 Taktická úroveň .....	13
1.2.3 Strategická úroveň .....	13
1.3 Typy podnikového informačního systému.....	14
1.3.1 Enterprise Resource Planning.....	14
1.3.2 Customer Relationship Management .....	15
1.3.3 Supply Chain Management .....	16
1.3.4 Management Information System .....	16
<b>2 Cloudové služby</b> .....	18
2.1 Historie pojmu cloud computing.....	18
2.2 Definice pojmu cloud computing.....	19
2.3 Modely nasazení cloudových řešení .....	20
2.3.1 Veřejný cloud .....	20
2.3.2 Soukromý cloud.....	20
2.3.3 Hybridní cloud.....	20
2.3.4 Komunitní cloud.....	21
2.4 Distribuční modely cloudových řešení.....	21
2.4.1 Infrastruktura jako služba .....	21
2.4.2 Software jako služba.....	23
2.4.3 Platforma jako služba .....	23
2.4.5 Ostatní služby .....	24
2.5 Virtualizace .....	24
<b>3. Možnosti cloudových řešení firmy SAP</b> .....	26

3.1 Volba firmy SAP a její historie .....	26
3.2 SAP HANA .....	26
3.2.1 In-memory databáze .....	27
3.2.2 Minimalizace pohybu dat .....	28
3.3 SAP HANA Enterprise Cloud.....	30
3.3.1 Startovací a produkční balíky .....	31
3.3.2 Dostupnost infrastruktury .....	32
3.3.3 SAP aplikační servery – konfigurace CPU, RAM a virtuální disky .....	33
3.3.4 Možnosti licencování a úhrady za služby.....	35
3.3.5 Aplikační SW .....	35
3.3.6 Nasazení SAP HANA DB .....	38
3.3.3 SAP HANA SW komponenty .....	41
3.3.4 Možnosti v cloudu .....	43
3.4 SAP S/4 HANA Cloud.....	46
3.4.1 Podporované podnikové procesy.....	47
3.4.2 Úhrada za služby .....	48
3.4.3 Přístup ke cloudu a bezpečnost.....	49
3.4.4 Rychlost nasazení systému .....	50
3.4.5 Inteligentní ERP .....	51
3.5 SAP HANA Cloud Platform .....	52
3.5.1 Bezpečnost dat v SAP HCP.....	52
3.5.2 SAP HCP edice.....	52
3.5.3 Integrace SAP HANA Cloud Platform.....	54
<b>4. Typové příklady .....</b>	<b>55</b>
4.1 Korporátní nasazení s využitím SAP HEC .....	55
4.1.1 Požadavky zákazníka.....	55
4.1.2 Návrh řešení.....	56
4.1.3 Přínosy a porovnání prvního typového příkladu .....	58
4.2 Hybridní model nasazení, víceúrovňový informační systém .....	58
4.2.1 Požadavky zákazníka.....	59



4.2.2 Návrh řešení.....	59
4.2.3 Přínosy a porovnání druhého typového příkladu.....	60
4.3 S/4 HANA Cloud pro malé firmy .....	61
4.3.1 Požadavky zákazníka a návrh řešení .....	61
4.3.2 Přínosy a porovnání třetího typového příkladu .....	62
<b>5. Vyhodnocení typových příkladů.....</b>	<b>63</b>
<b>Závěr .....</b>	<b>66</b>
<b>Soupis bibliografických citací .....</b>	<b>67</b>
<b>Seznam zkratk a značek .....</b>	<b>72</b>
<b>Seznam ilustrací a tabulek .....</b>	<b>75</b>

# Úvod

Cloud computing je téma, které minimálně v poslední dekádě budí ve světě informačních a komunikačních technologií značnou pozornost. Při budování nových informačních systémů a aplikací většina vedoucích pracovníků v současnosti nejprve zvažuje nasazení na cloudu. Hodně firem také analyzuje, zda i stávající firemní systémy lze na cloudová řešení zmigrovat. Menší společnosti i firmy se složitou strukturou logistického řetězce využívají podnikové aplikace a informační systémy za účelem podpory dosahování svých ekonomických cílů. Náklady a čas na budování informační infrastruktury pro řízení logistických procesů mají pro fungování celého podniku významnou roli. Parametry cloudových informačních systémů, jako jsou např. flexibilita, rychlost implementace, škálovatelnost a hlavně cena, mohou v důsledku celé firmě na trhu přinášet výhodu. A to ve srovnání s konkurencí, která cloudová řešení nevyužívá a na provoz své vlastní informační infrastruktury vynakládá více prostředků a času.

Cílem této bakalářské práce je představit moderní cloudová řešení od firmy SAP spolu s technologiemi, která tato řešení vytváří. Dalším cílem práce je následně tato řešení představit v podobě zvolených typových příkladů v podnikové praxi. Tyto budou vycházet z předešlých prezentovaných poznatků. Současně budou typové příklady porovnány a budou vyhodnoceny jejich přínosy.

Úvodní kapitola práce se bude věnovat významu a způsobu využívání informačních systémů v podnikové informatice a bude představovat základní funkce firemních informačních systémů. Druhá kapitola bude popisovat historii cloudových služeb, definuje pojem cloud computing a představí cloudové typy a modely nasazení cloudových řešení. Třetí, nejrozsáhlejší kapitola, bude popisovat konkrétní cloudová řešení postavená na produktech od firmy SAP. Tato kapitola se také bude věnovat popisu technologických aspektů, které stojí v pozadí popisovaných produktů. Čtvrtá kapitola bude popisovat a hodnotit přínosy zvolených typových příkladů. Poslední kapitola bude sumarizovat poznatky a výsledky z kapitoly předchozí.

# 1 Informační systémy

Cloudová řešení v logistických firmách a podnikové informatice jsou často využívána pro chod informačních systémů (IS) podniku. Rovněž tato práce bude pojednávat zejména o řešeních na úrovni IS. V dnešní době si lze jen těžko představit efektivní řízení podnikových zdrojů bez implementace IS. Předtím než bude blíže charakterizován termín informační systém, bylo by vhodné představit základní pojmy, včetně samotného pojmu „systém“.

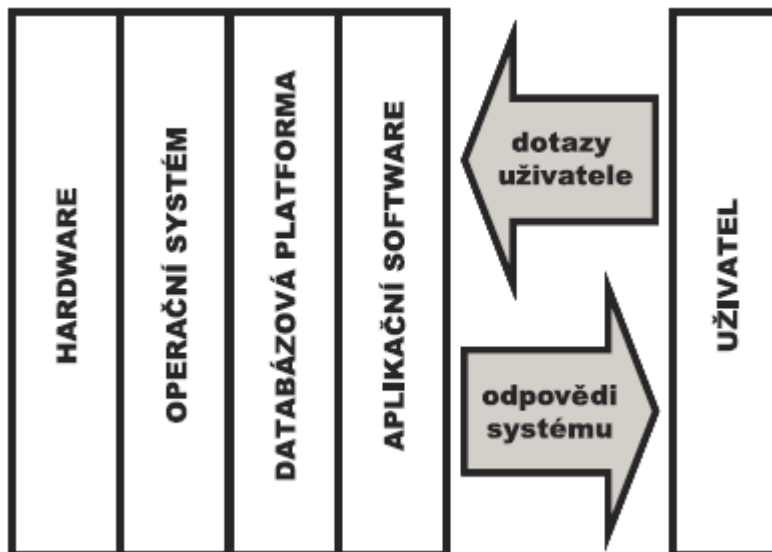
Dle obecné definice je systém množina prvků a vazeb. Na dané úrovni rozlišení bereme prvky systému jako dále nedělitelné. Vazby spojují jednotlivé prvky jedním směrem nebo oběma směry a zároveň slouží systému jako vstupy a výstupy. Těmi systém získává z okolí informace a rovněž informace do okolí předává. Z tohoto pohledu tedy chápeme informační systém jako uspořádání vztahů mezi lidmi, datovými a informačními zdroji a procesy jejich zpracování za účelem dosažení stanovených cílů. (Vymětal, D., 2011). V kontextu logistiky lze informační systém charakterizovat jako *„informační prostředí, v němž bude možno účinně plánovat a koordinovat všechny logistické aktivity spojené s řízením hmotných toků v logistickém řetězci a využívat v tomto prostředí dostupné SW produkty pro podporu rozhodování“*. (Gros, I., 2016, s. 389).

## 1.1 Informační technologie

Při projektování informačního systému a podnikových aplikací hrají důležitou roli samotné informační technologie, které informační systém spoluvytváří. Informačními technologiemi rozumíme soubor prostředků, které slouží k práci s daty a informacemi. Pojem IT tedy *„zahrnuje nejen techniky a technologie pořizování a zpracování dat, ale také prostředky jejich přenosu, ukládání, využívání a následného vyhodnocování“*. (Vymětal, D., 2011, s. 15). Infrastruktura informačních technologií se skládá ze složky technické, programové a informační. Projekty budování informačního systému se opírají o všechny tyto složky a zahrnují výstavbu a pozdější změny ve všech částech IT infrastruktury nebo jen v některé z jejich částí. Cloudová řešení samozřejmě přináší nové přístupy k využívání jednotlivých prvků IT infrastruktury. Zejména přístup ke složkám technickým a programovým může být značně modifikován v porovnání se standardy let

minulých - dnes již můžeme hovořit o éře „legacy IT“. Obrázek 1.1 popisuje technologické pojetí IS.

Obrázek 1.1 Technologické pojetí informačního systému



Zdroj: Sodomka, P., 2010

## 1.2 Hierarchie informačních systémů

Informační systémy můžeme v obecné rovině členit podle toho, jakou úroveň firemního stupně řízení podporují.

### 1.2.1 Provozní úroveň

Nejnižší úroveň představují operativní transakční systémy, které řídí a podporují základní procesy a operace. Mezi tyto operace patří např. realizace výrobních zakázek, nákup, prodej, příjem plateb a výplat, atd. Informační systémy na provozní úrovni podporují každodenní agendu a sledují tok transakcí napříč podnikem. Hovoříme často o transakčních nebo provozních systémech. Odpovídají na otázky: „*Máme na skladě dostatek komponent pro montáž zakázky? Proběhla poslední finanční transakce s naším hlavním dodavatelem? Byly dopraveny všechny dokončené zakázky na místa určení? Z uvedených otázek je zřejmé, že informační systémy na provozní úrovni musí poskytovat přesné, aktuální a jednoduše dostupné informace.*“ (Sodomka, P., 2010, s. 73).

### **1.2.2 Taktická úroveň**

Informace získané z operativní úrovně se překládají a zpracovávají a tvoří základ pro taktickou a řídicí úroveň rozhodování. Příkladem taktické úrovně může být cenová tvorba, marketing a jiné podobné procesy. Tyto systémy nám pomáhají analyzovat data o současných a historických trendech, která napomáhají managementu ve všech úrovních rozhodování, od operativního po strategické.

Řídicí informační systémy generují reporty, které např. ilustrují prodeje produktu v daném regionu nebo procentuální pokles či nárůst prodejů v čase. Typickými příklady aplikace mohou být také analýzy „co se stane, když“. Manažer se třeba může dotazovat, jakým způsobem budou ovlivněny termíny a frekvence distribuce zboží, pokud se zdvojnásobí měsíční objem prodeje. (CHRON.COM, 2018).

### **1.2.3 Strategická úroveň**

Nejvyšší úroveň řízení představuje strategické rozhodování podniku. Informační systémy podporující strategickou úroveň napomáhají top managementu ke sledování trendů v delším časovém období. Hlavním smyslem IS na strategické úrovni je odhalení předvídatelných a očekávaných změn a posoudit, jestli a jakým způsobem je firma schopna na změny reagovat. (Sodomka, P., 2010).

Informační systém přináší vedení firmy informace jak zevnitř, tak i vně organizace. Můžeme např. analyzovat trendy trhu a preference kupujících. Managementu firmy pomáhají ke studiu, porovnání a zvýraznění vzorců v důležitých oblastech podnikání a vedou ke kontrole zdraví podniku, identifikaci nových příležitostí a problémů organizace. (COMPUTERBUSINESSRESEARCH.COM, 2018). Obrázek 1.2 ilustruje hierarchii informačních systémů.

**Obrázek 1.2 Hierarchie úrovní informačních systémů**



Zdroj: Vymětal, D., 2011

### **1.3 Typy podnikového informačního systému**

Typický informační systém se skládá z následujících komponent. Za základ podnikového informačního systému je považován systém plánování podnikových zdrojů (Enterprise Resource Planning, ERP). Vedle jádra ERP stojí subsystémy pro práci se zákazníky CRM (Customer Relationship Management), pro práci s dodavatelským řetězcem SCM (Supply Chain Management) a manažerský informační systém (MIS). Důležitým prvkem je modul Business Intelligence (BI), což je soubor technologií schopných inteligentní analýzy pro manažerské rozhodování. Modul BI může vystupovat samostatně nad ostatními moduly nebo bývá součástí aplikací MIS. (BUSINESSIT.CZ, 2011).

#### **1.3.1 Enterprise Resource Planning**

Zjednodušeně lze říci, že ERP je informační systém pokrývající svými funkcemi veškeré agendy, které řeší běžné obchodní společnosti. S tím dodatkem, že řadu funkcí nabízí ve svém základu s širokou možností jejich parametrizace a současně poskytuje prostor pro vývoj a integraci specifických požadavků společnosti. ERP systémy tedy můžeme definovat jako „účinný nástroj, který je schopný pokrýt plánování a řízení hlavních

*interních podnikových procesů (zdrojů a jejich transformací na výstupy), a to na všech úrovních, od operativní po strategickou.“ (Sodomka, P., 2010, s. 148).*

K podnikovým klíčovým interním procesům patří:

- výroba,
- nákup, prodej, (vnitřní) výrobní logistika,
- lidské zdroje, personalistika,
- ekonomika.

Hlavní vlastnosti ERP systému jsou výkonnost, bezpečnost a spolehlivost. Tyto parametry úzce souvisí s technologickými aspekty ERP systémů. Podmínka pro splnění těchto vlastností je plnohodnotný provoz na architektuře klient/server. Spolehlivost a výkonnost ERP systémů samozřejmě závisí na využívání adekvátních HW a SW komponentů – aplikační servery, databázová platforma a síťová infrastruktura. (Sodomka, P., 2010).

### **1.3.2 Customer Relationship Management**

Informační systémy, které se specializují na řízení vztahu se zákazníkem jsou většinou modulové systémy skládající se z jednotlivých aplikací, které jsou vzájemně propojeny a navázány k záznamu o obchodních partnerech. Obecně se jedná o moduly:

- evidence obchodních partnerů a kontaktů,
- obchodní případy a příležitosti,
- marketing,
- komunikace,
- plánování,
- analýza a vyhodnocení. (CRMPORTAL.CZ, 2018).

Na rozdíl od ERP systémy řízení vztahu se zákazníkem podporují procesy externí. Tyto procesy jsou součástí obchodního cyklu. Obchodní cyklus je mnohem širším pojmem než je cyklus objednávkový, který probíhá mezi zákazníkem a prodejcem s cílem přijetí a vyřízení objednávky. Mezi procesy obchodního cyklu patří řízení obchodu (zahrnuje cyklus objednávkový), řízení marketingu (plánování, realizace a řízení marketingových

kampaní) a servisní služby. Kde patří zajišťování záručního a pozáručního servisu, ale také nabízení komplementárních produktů a služeb s cílem posílit spokojenost a loajalitu zákazníka. (Sodomka, P., 2010).

### 1.3.3 Supply Chain Management

Moduly řízení dodavatelského řetězce bývají nasazovány buď jako standalone řešení, nebo často jako subsystém aplikací ERP. Systém řízení dodavatelského řetězce je soubor SW řešení, která řídí a dohlíží na tok zboží, informací a financí během celého životního cyklu produktu nebo služby od místa jejich původu až do jejich destinace. Základní procesy, které řídí systémy SCM jsou:

- plánování a prognózování prodeje,
- výroba,
- skladování,
- doprava a distribuce.

Stejně jako ostatní subsystémy podnikového IS využívá SCM moderní ICT technologie k celé řadě analytických funkcí, které propojují jednotlivé části dodavatelského řetězce a zlepšují schopnost reagovat na požadavky zákazníka, např. zkrácením času dodání. Jak již bylo zmíněno, SCM mají silnou vazbu na ERP, konkrétní nasazení SCM modulů závisí na potřebách, složitosti a velikosti dané organizace. (MANAGEMENTMANIA.COM, 2011).

### 1.3.4 Management Information System

Ačkoliv předchozí typy IS mají rovněž analytické funkce, obecně je můžeme označit spíše jako transakční (provozní) IS, které podporují operativní řízení procesů dané organizace. Manažerské IS používáme především k analýze dat. K tomuto účelu potřebujeme nějakou datovou / databázovou strukturu. V této souvislosti definujeme pojem datový sklad (data warehouse nebo DW). Datové sklady jsou nástroje pro analytické zpracování dat pomocí OLAP (Online Analytical Processing). Datový sklad *„tvorí kolekci sjednocených, předmětově orientovaných databází, které jsou navrženy za účelem poskytovat informace požadované pro rozhodování.“* (Sodomka, P., 2010, s. 407). Na rozdíl od databází provozních systému jsou datové sklady navrhovány na vyhledávání



a přidávání dat tak, aby mohly podporovat analytickou funkci. DW se vyznačuje zejména ukládáním historických dat.

Dalším důležitým pojmem ve vztahu k MIS je termín Business Intelligence (BI). Tento termín je skloňován v souvislosti s využíváním analytických a reportovacích funkcí. *„Business Intelligence představuje souhrn nástrojů umožňující uživatelům ucelený přístup k datům v podnikových informačních systémech a jejich analýzu za účelem lepšího porozumění podnikání a zákazníkům.“* (Sodomka, P., 2010, s. 409). Manažerský informační systém tedy můžeme charakterizovat jako spojení DW a BI. V souvislosti s MIS se setkáváme taky se zkratkou EIS (Executive Information System), což můžeme přeložit jako informační systém exekutivy, tj. výkonné složky managementu.

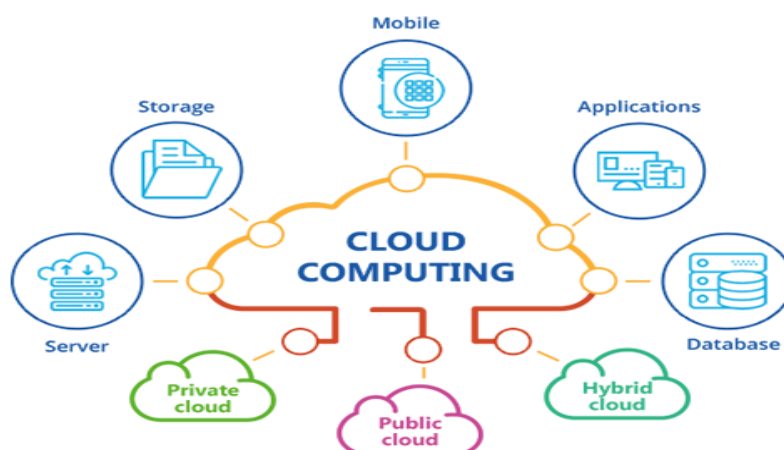
## 2 Cloudové služby

V druhé kapitole bude představena historie pojmu cloud a budou definovány základní modely nasazení a distribuční modely cloudových služeb v IT praxi.

### 2.1 Historie pojmu cloud computingu

První zmínky o využívání ICT zdrojů jako služby pochází již z 60. let 20. století. První s tímto nápadem přišel v roce 1961 profesor John McCarthy z univerzity MIT. Byl první, který veřejně formuloval myšlenky o sdílení IT technologií v podobné logice jako např. sdílení elektrické energie. Elektrickou energii využívá drtivá většina domácností a firem, prakticky nikdo si ale kvůli tomu nestaví elektrárnu. Toto srovnání s využíváním elektřiny a jiných služeb, které v angličtině označujeme jako utility, vedlo k zavedení pojmu utility computing, který předcházel pojmu cloud. Termín cloud computing se objevil až v roce 1997. Na své přednášce ho použil profesor Ramnath Chellapa, který učil informační systémy na Goizueta Business School při univerzitě Emory. Pojem cloud je v této souvislosti historicky používán z toho důvodu, že v odborné literatuře označuje počítačovou síť, potažmo internet. Často vidáme síťové diagramy, kde jsou koncové stanice připojeny do oblaku, který znázorňuje právě internet. Od roku 1997 se tedy pojem utility computing začal nahrazovat pojmem cloud computing. (BUSINESSVIZE.CZ, 2010).

Obrázek 2.1 Obecné schéma cloud computingu



Zdroj: [www.kcsitglobal.com](http://www.kcsitglobal.com)

## 2.2 Definice pojmu cloud computing

Obecně lze chápat cloudová řešení jako pojem velmi široký. Pokud se budeme soustředit pouze na jednu z vlastností, což je vzdálený přístup k aplikacím či jiným službám a výpočetním zdrojům, lze za pojem cloud computing schovat mnoho věcí. Například mail hosting (Google, Yahoo, Seznam, ...), webové aplikace (Google docs, Office 365, atd.) nebo také sociální sítě (Facebook, Twitter, ...). National Institute of Standards and Technology (NIST) definuje cloud computing jako model, který umožňuje vzdálený přístup ke sdíleným a konfigurovatelným výpočetním zdrojům (jako jsou síťe, servery, datová úložiště, aplikace a jiné typy IT zdrojů a služeb). Tyto zdroje jsou velmi rychle k dispozici bez další interakce s poskytovatelem. V zásadě se tedy jedná o koncepci, která umožňuje využívat aplikace a jiné zdroje, které jsou ve skutečnosti lokalizovány jinde než v místním počítači nebo jiném lokálním zařízení připojeném k internetu. (NIST.GOV, 2011). NIST dále zmiňuje pět klíčových atributů, které by měly cloudové služby obsahovat:

- samoobslužná správa služeb,
- široce dostupný síťový přístup,
- sdílení zdrojů,
- možnost rychlé škálovatelnosti a nárůstu kapacity,
- měřitelnost poskytovaných služeb.

Vedle těchto základních atributů se v definici NIST uvádí členění cloudových řešení dle modelu nasazení a modelů distribučních. Základní kategorie nasazení cloudových řešení jsou: soukromý cloud (private cloud), veřejný cloud (public cloud), hybridní cloud (hybrid cloud) a komunitní cloud (community cloud). Distribuční modely cloudových řešení dělíme podle komponent, s kterými může zákazník pracovat v rámci sítě dodavatele. Obecně to označujeme termínem „jako služba“ (as a service). Základní tři distribuční modely jsou: infrastruktura jako služba (Infrastructure as a Service, platforma jako služba (Platform as a Service) a software jako služba (Software as a Service). (Velte, A., 2011).

## **2.3 Modely nasazení cloudových řešení**

### **2.3.1 Veřejný cloud**

Veřejný cloud je prostředí poskytovatele, ke kterému může mít přes internet přístup v podstatě kdokoli. Většinou se jedná o plně virtualizované prostředí s tzv. multi-tenant architekturou. Stejný HW a další zdroje jsou sdíleny mezi více zákazníky (opakem je řešení single-tenant). Virtuální stroje (virtuální mašiny, VM) a data jednotlivých uživatelů jsou samozřejmě izolována a jiný uživatel k nim nemá přístup. Cloudové služby na veřejných cloudech jsou jednoduše dostupné a lze je začít využívat prakticky okamžitě na celosvětové úrovni. Provozovatelé velkých veřejných cloudů mají svá datacentra distribuovaná v mnoha regionech celé planety. Zákazník za své služby většinou platí modelem pay-per-use, tzn. platí jen za skutečně využívané zdroje a to za dobu, po kterou je využívá (BÖGELSACK, A., 2016).

### **2.3.2 Soukromý cloud**

Principiálně soukromý cloud nabízí stejné typy služeb jako cloud veřejný. Zákazník může využívat rychlého přístupu ke svým službám, využívat výhod škálovatelnosti a optimalizace kapacity využívaných zdrojů. Jak ale napovídá termín soukromý, rozdíl nalezneme v možnostech přístupu k těmto službám. Privátní cloud je dedikovaný jedné organizaci. Tento model nasazení je vhodný pro zákazníky s dynamickým a ne zcela předvídatelným nárůstem potřeb výpočetních zdrojů. Rovněž také pro organizace, které mají zvýšené nároky na soukromí, bezpečnost a ochranu dat. Typicky třeba organizace z bankovního sektoru. Soukromý cloud si může firma postavit sama, např. s využitím zdrojů a infrastruktury ve svých stávajících datacentrech nebo za pomoci poskytovatele cloudových služeb s podmínkou, že architektura řešení bude na bázi privátního cloudu. Nejlépe tedy i ve fyzických prostorách vymezených pouze pro jednoho zákazníka. (BÖGELSACK, A., 2016).

### **2.3.3 Hybridní cloud**

Hybridní cloud je v podstatě kombinací předešlých přístupů. Jedná se o cloudové prostředí, které je spojením privátního řešení ve vlastních prostorách (nebo s napojením na workload zákazníka mimo cloudové prostředí) s řešeními poskytovatelů

služeb veřejného cloudu. V úvahu připadá i spojení s více poskytovateli najednou. Ačkoliv se tato řešení mohou zdát komplikovaná, přináší zákazníkovi ještě větší míru flexibility tím, že může přesouvat workload mezi privátním a veřejným cloudem podle toho, jak se vyvíjí potřeby k přístupu ke zdrojům nebo také podle vývoje ceny služeb na obou platformách. Jelikož zákazník, potažmo poskytovatel zákazníkova soukromého cloudu, nemá přirozeně kontrolu nad architekturou veřejného cloudu, musí přizpůsobit architekturu svého soukromého cloudu tak, aby byla s veřejným cloudem kompatibilní. To zahrnuje i volbu vhodného HW, vhodnou volbu hypervizoru a dalšího SW tak, aby se zajistila kompatibilita s APIs (application programming interface) poskytovatele a s jeho dalšími službami. Díky tomu pak může zákazník plynule migrovat data, aplikace a jiné služby mezi oběma prostředími. Vyžaduje to ovšem velmi stabilní a rychlé síťové spojení mezi oběma (nebo více) cloudovými entitami. (TECHTARGET.COM, 2019).

### **2.3.4 Komunitní cloud**

Komunitní cloud nabízí stejné možnosti jako cloud soukromý nebo veřejný. Je to v podstatě speciální případ veřejného cloudu. Podobně jako u cloudu soukromého je však přístup umožněn pouze ohraničené skupině uživatelů. Příkladem může být situace, kdy dá subjekt k dispozici svým dodavatelům komunitní cloud za účelem přístupu k relevantním systémům. Nebo např. situace, kdy několik organizací stejného typu (vládní sektor, akademický sektor, atd.) využívá služeb společného komunitního cloudu. Popřípadě skupina uživatelů či organizací, které mají stejnou bezpečnostní politiku nebo spolupracují na stejném projektu a používají dohromady jeden komunitní cloud.

## **2.4 Distribuční modely cloudových řešení**




### **2.4.1 Infrastruktura jako služba**

Infrastruktura jako služba (Infrastructure as a Service, IaaS), někdy také označována termínem hardware jako služba (HaaS), je formou cloudové služby, kdy je nabízen zákazníkovi hardware k použití libovolným způsobem. *“Místo toho, aby musel zákazník zakoupit servery, software, racky a platit za jejich umístění v datovém centru, pronajme si tyto prostředky od poskytovatele služeb.”* (VELTE, A., 2011, s. 35). Předešlá citace není chybná, přestože zmiňuje SW v rámci dodávání služby IaaS. Operační systém (a na

přání i další SW, př. databáze, webový nebo aplikační server SW) bývá ve většině případů součástí IaaS portfolia. V rámci dodávání služby IaaS si zákazník pronajímá místo na serveru (je možné pronajmout server celý, případně sdílet virtuální mašiny na serveru společně s jinými zákazníky), síťová zařízení, paměť, cykly procesoru, úložné místo, apod. V rámci dodávání IaaS služeb většina poskytovatelů nabízí celé portfolio nadstandardních služeb jako je záloha, monitoring, patching, podpora databází a middleware, atd. V tomto případě mluvíme o tzv. managed services, kdy poskytovatel ve větší či menší míře spravuje zákaznickovou infrastrukturu.

Na obrázku 2.2 je možno vidět ukázkou konfigurace virtuálního serveru v rámci IaaS v IBM Cloud – 8 virtuálních CPU, 16 GB RAM, umístění v datacentru v Dallasu, operační systém CentOS 7.x, 25 GB úložného prostoru, rychlost připojení 100 Mbps. Odhadovaná cena je 0,35 dolarů za hodinu.

**Obr. 2.2 Ukázka konfigurace virtuálního serveru na IBM Cloud**

 <b>1 - Virtual Server Instance (Public)</b>	<b>\$0.347/hr</b>
Balanced B1.8x16	
8 vCPU	
16 GB RAM	
DAL13 - Dallas	
CentOS 7.x - Minimal Install (64 bit)	
> Add-ons	
 <b>Boot Disk - 25 GB</b>	<b>\$0.000</b>
 <b>Network Interface</b>	<b>\$0.000</b>
100 Mbps Public & Private Network Uplinks	
> Add-ons	
<hr/>	
<b>Total due per hour*</b>	<b>\$0.35</b>
	estimated

Zdroj: <https://cloud.ibm.com>

### 2.4.2 Software jako služba

Kategorie software jako služba (Software as a Service, SaaS) zahrnuje případy, kdy poskytovatel nabízí přes cloud přístup k SW aplikaci. Zákazník využívá hotový SW, který není potřeba integrovat s jinými systémy. Poskytovatel se stará o veškeré opravy a aktualizace, rovněž o udržování infrastruktury v chodu. Zákazníkovi odpadají počáteční náklady a za SW platí pouze za dobu, po kterou ji užívá a podle intenzity jeho užívání (např. za počet uživatelů, kteří mají k aplikaci přístup). Od historických distribuovaných výpočetních řešení se SaaS liší tím, že tento model vznikl hlavně s ohledem na využívání webových nástrojů, jako je internetový prohlížeč. Proto je tento model výborný pro web. SW je spravován v centrálním umístění a zákazníci mohou k SW přistupovat odkudkoliv. Zákazník také nemusí řešit zabezpečení a nasazovat složitá VPN (virtual private network), jelikož přístup k aplikacím je vesměs skrz důvěryhodný SSL (Secure Sockets Layer) protokol. Model SaaS samozřejmě nemusí být pro všechny ideální, spousta organizací se specifickými výpočetními potřebami nemusí najít řešení, které je v modelu SaaS dostupné. (Velte, A., 2011).

### 2.4.3 Platforma jako služba

Model platforma jako služba (Platform as a Service, PaaS) je dalším případem, kdy poskytovatel umožňuje přístup k SW aplikacím. Tento model ovšem zahrnuje zejména přístup k vývojovému rozhraní, tj. k prostředkům na vytváření nových aplikací, případně ladění jiných produktů dodávaných v rámci SaaS. Ke službám PaaS tedy patří *„návrh aplikací, vývoj, testování, implementace a hostování. Mezi jiné služby se řadí týmová spolupráce ve vývoji, integrace webových služeb, integrace databází, bezpečnost, škálovatelnost, úložiště, správa stavu a správa verzí.“* (Velte, A., 2011, s. 34). PaaS model zahrnuje i vývoj nadstavby modulů v rámci dodávky služeb SaaS. Zákazník má možnost přizpůsobit stávající aplikace SaaS. Nejčastější implementací je však samostatné vývojové prostředí, které neomezuje zákazníka licenčními, finančními ani technickými závislostmi na konkrétních aplikacích SaaS. Nevýhodou modelu PaaS může být to, že dodavatelé mohou poskytovat proprietární služby nebo programovací a vývojové jazyky a tudíž se zákazník může dostat do závislosti na jednom dodavateli. (Velte, A., 2011).

### 2.4.5 Ostatní služby

K předešlému základnímu členění cloudových služeb můžeme přidat ještě dvě další kategorie. Model Business Process as a Service (BPaaS) a Anything as a Service (XaaS). BPaaS je model, kdy firma nasadí celý firemní proces na cloud. Většinou ruku v ruce s využitím outsourcingu. Příkladem může být outsorcování účetního oddělení třetí straně, která služby dodává s využitím cloudových řešení. Zákazník pak přistupuje ke službě (mzdy, účetnictví, ...) přes webový prohlížeč nebo mobilní aplikaci (STUDY.COM, 2003).

Model Anything as a Service (nebo Everything as a Service, cokoliv jako služba) je řešení, které zákazníkovi přináší největší přidanou hodnotu. Jedná se de facto o kombinaci předešlých přístupů, kdy je zákazníkovi dodána služba s vysokou přidanou hodnotou. Příkladem může být kybernetická bezpečnost jako služba, obnova IT služeb po živelných pohromách (disaster recovery as a service), atd. (CRITICALCASE.COM, 2019). Modely BPaaS a XaaS se tato práce nebude podrobněji zabývat.

## 2.5 Virtualizace

Virtualizace je technologie, která je při dodávání cloudových řešení hodně využívána. V předešlém i následujícím textu bude virtualizace zmiňována poměrně často. Virtualizace je technologie, která umožňuje vytvoření simulovaných výpočetních zdrojů a komponent. Pomocí virtualizace tedy vytváříme iluzorní kopie nějakého zdroje (např. paměti, procesoru, disku, síťových komponent, atd.) a každý uživatel (zákazník) dostane přidělenou jednu nebo více kopií těchto zdrojů. Tyto kopie se nazývají virtuální objekty (virtuální procesor, virtuální paměť, virtuální disk, atd.). Poskládáním těchto virtuálních komponent může zákazník v konečném důsledku užívat celý virtuální počítač (virtuální stroj, virtuální mašina, VM). Uživatel má nad virtuálním strojem úplnou kontrolu, často však sdílí konkrétní fyzické zdroje s dalšími uživateli. (VAPOUR-APPS.COM., 2019).

Virtualizace má několik úrovní (např. emulace, paravirtualizace, úplná virtualizace, atd.). V souvislosti s dodáváním cloudových řešení na sdílených fyzických serverech se budeme bavit zejména o úplné virtualizaci. Úplnou (nativní) virtualizaci vytvoříme instalací nativního hypervizoru přímo na fyzický počítač nebo server. Hypervizor je program, který vytváří virtuální prostředí, přiděluje virtuální objekty jednotlivým

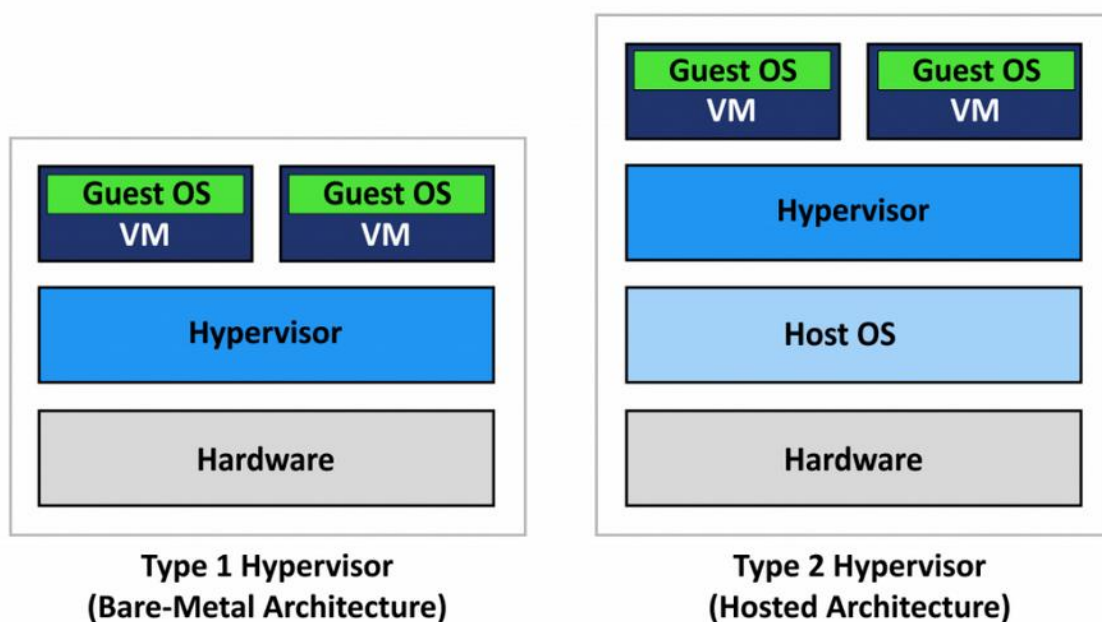


virtuálními stroji, řídí běh virtuálních strojů a navzájem je od sebe odděluje. Tomuto typu hypervizoru se také říká hypervizor prvního typu (Type 1 hypervisor). Hypervizor druhého typu (Type 2 hypervisor) je hypervizor, který je nainstalovaný nad operačním systémem. Tento případ je využíván zejména při virtualizaci u osobních počítačů, kdy chce uživatel např. v prostředí Linux spouštět programy pro Windows. V tomto případě nainstaluje hypervizor druhého typu a nad něj nainstaluje operační systém Windows. Tento typ virtualizace není přirozeně tak výkonný, protože počítač musí využívat své zdroje také pro běh operačního systému, na kterém je hypervizor nainstalován. Obrázek 2.3 ukazuje rozdíl mezi architekturou hypervizoru prvního typu a hypervizoru druhého typu. (VAPOUR-APPS.COM., 2019).

Pro účely dodávání podnikových cloudových řešení je tedy přirozeně využíván zejména nativní hypervizor prvního typu. Příklady hypervizoru prvního typu jsou:

- VMware ESX (vSphere),
- Microsoft Hyper-V,
- Oracle VM,
- IBM Power VM,
- Citrix Xen Hypervisor, atd. (VAPOUR-APPS.COM., 2019).

**Obr. 2.3 Srovnání architektury hypervizorů prvního a druhého typu**



Zdroj: NAKIVO.COM

### **3. Možnosti cloudových řešení firmy SAP**

V této kapitole budou představena konkrétní cloudová řešení postavená na technologiích firmy SAP. Představena budou řešení, která odráží současné trendy na poli moderních ERP a dalších podnikových informačních systémů. Koncept infrastruktury jako služby bude představen řešením SAP HANA Enterprise Cloud (SAP HEC), SaaS produktem SAP S/4 HANA Cloud a model PaaS produktem SAP HANA Cloud Platform.

#### **3.1 Volba firmy SAP a její historie**

Řešení firmy SAP byla pro tuto práci vybrána proto, že tato firma byla od počátku své existence průkopníkem ve vývoji moderních účetních systémů, logistických aplikací, SW pro řízení supply chain managementu, plánování podnikových zdrojů a dalších podnikových informačních systémů. Firma SAP byla založena v roce 1972 pod názvem Systemanalyse und Programmentwicklung – systémová analýza a vývoj programů. Společnost založilo pět SW vývojářů z firmy IBM, kteří chtěli pracovat na vývoji SW pro analýzu a zpracování dat v reálném čase. Největšího rozmachu firma dosáhla po zavedení systému SAP R/3, který vydala v roce 1992. Systém se stal velmi užívaným pro všechny typy zákazníků, od menších a středních společností až po pobočky velkých korporátních firem. V současné době má firma SAP přes 400 000 zákazníků a stále hraje klíčovou roli ve vývoji a trendech zpracování dat v reálném čase pro různorodá řešení podnikových informačních systémů. (SAP HISTORY, 2019).

#### **3.2 SAP HANA**

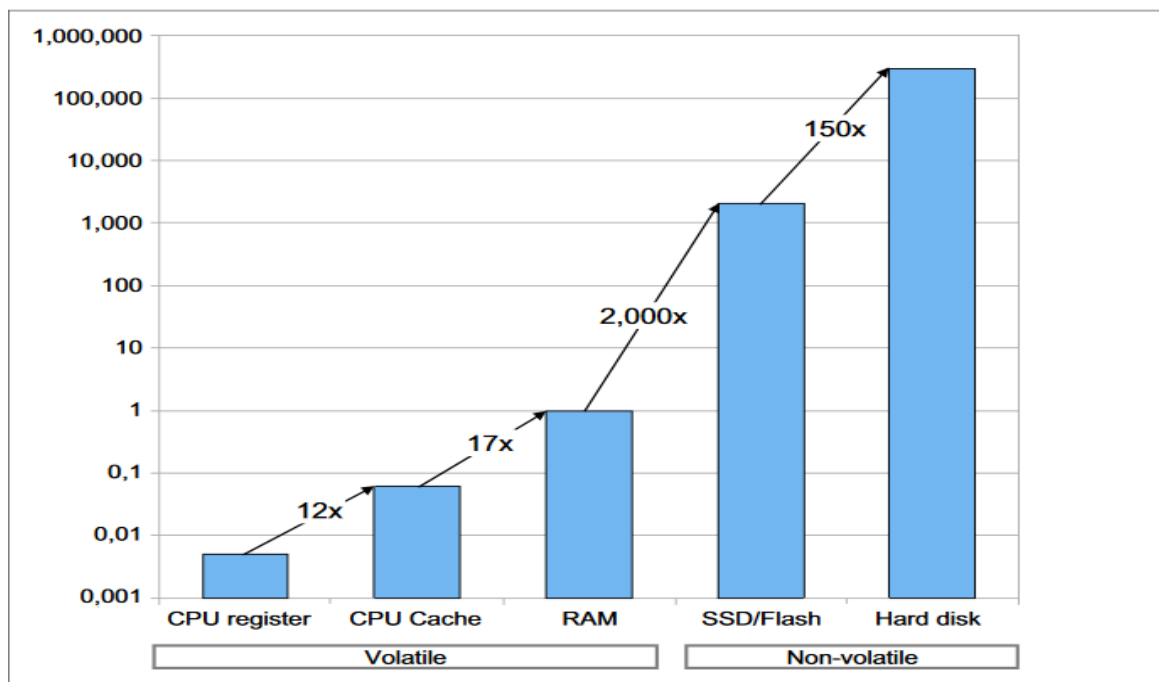
Hlavní technologií a společným jmenovatelem všech řešení, která budou představena v této práci je SAP proprietární aplikační a databázová platforma SAP HANA (High-Performance Analytic Appliance). Všechna představená řešení, ať už na bázi IaaS, SaaS nebo PaaS využívají tuto technologii. Tento systém řízení báze dat byl vyvinut speciálně pro potřeby velmi rychlého přístupu k datům a jejich analýzy v reálném čase (Online Analytical Processing, OLAP) pro účely moderních logistických informačních systémů. V dalším textu budou popsány některé z klíčových vlastností platformy SAP HANA.

### 3.2.1 In-memory databáze

Odezvy na dotazy u databázové platformy SAP HANA jsou mnohonásobně rychlejší oproti běžné SQL databázi. Toho je docíleno tím, že celá databáze je umístěna v operační paměti. Díky tomu odpadá průběžné zapisování a čtení dat z disků a procesor může přímo přistupovat k datům v paměti RAM. RAM je nejrychlejší medium pro ukládání dat, které je zároveň schopno nést relativně velké objemy dat. (Jolton, M., 2017).

K datům v paměti RAM je možno přistupovat až stotisíckrát rychleji než k datům na pevném disku (HDD), dokonce i technologie flash (SSD) je v průměru tisíckrát pomalejší než paměť RAM. Obrázek 3.1 ukazuje srovnání přístupových časů k datům v poměru k paměti RAM (relativní hodnota 1). Obrázek rovněž ukazuje, že CPU registr, cache a paměť RAM jsou volatilní, tzn. při ztrátě napájení přijdou o uchovaná data.

**Obr. 3.1 Srovnání přístupových časů k datům CPU registru, cache, RAM, SSD a HDD**



Zdroj: LENOVPRESS.COM

Tento koncept je podpořen tím, že ceny RAM v poslední dekádě rapidně klesly a moderní podnikové servery mají i několik TB operační paměti. Mohou tedy velké množství podnikových dat ukládat a zpracovávat přímo v RAM. (LENOVPRESS.COM, 2017).

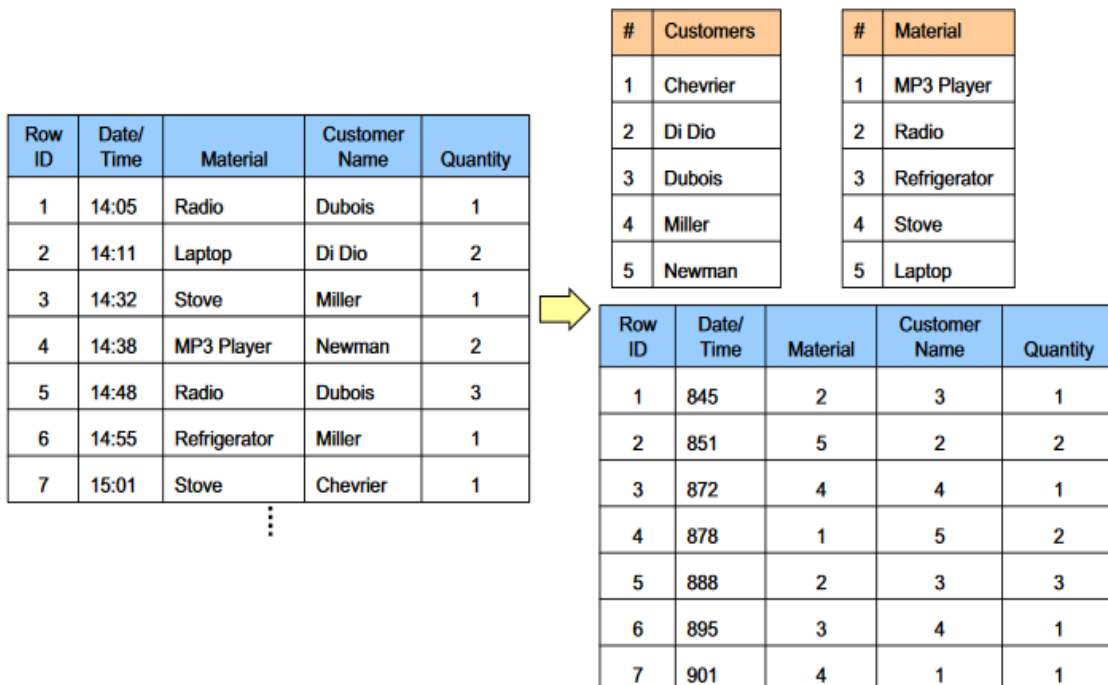
### 3.2.2 Minimalizace pohybu dat

Klíčem k optimalizaci procesování datových toků v RAM je minimalizace pohybu dat uvnitř databáze a zároveň redukce pohybu dat mezi databází a aplikací. V této kapitole budou představeny dva způsoby, jak lze minimalizace pohybu dat dosáhnout.

#### a) Kompresce

Přestože dnešní kapacita paměti RAM u podnikových serverů umožňuje ukládat enormní množství dat přímo v paměti, komprese dat uvnitř RAM je stále preferovaná. S využitím slovníkové komprese, která reprezentuje text jako číslo (integer), databáze značně zredukuje objem dat a jejich pohyb mezi RAM a procesorem. Obrázek 3.2 ukazuje princip slovníkové komprese. Na levé straně je původní tabulka, která obsahuje textové atributy. Tyto atributy jsou uloženy ve slovníku a každému je přiřazen integer. I datum a čas jsou zkonvertovány do číselné reprezentace. Použitím slovníků se značně zredukuje velikost tabulky, protože každý atribut je ve slovníku uložen pouze jednou. Každý další výskyt atributu v tabulce je odkazován na referenční slovník. (LENOVOPRESS.COM, 2017).

Obr. 3.2 Model slovníkové komprese

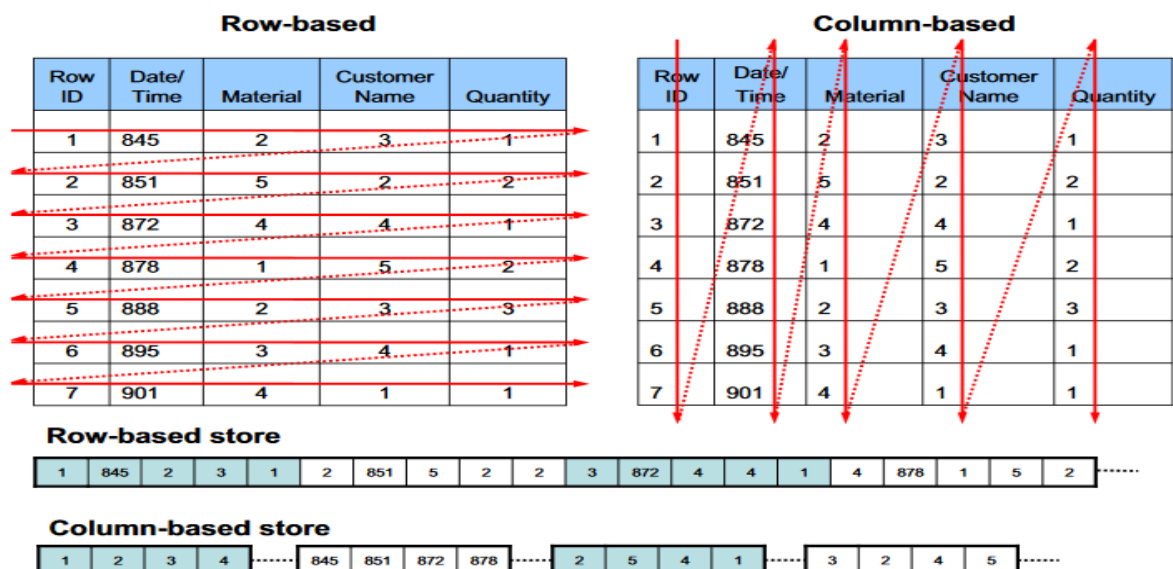


Zdroj: LENOVOPRESS.COM

## b) Sloupcově orientovaná databáze

Relační databáze organizují data v tabulkách, které obsahují datové záznamy. Rozdíl mezi řádkově a sloupcově orientovanou databází je v tom, jak jsou data uložena. Řádkově orientovaná databáze ukládá tabulky v sekvenci řádků, sloupcově orientovaná v sekvenci sloupců. Výhoda řádkově orientované databáze spočívá v tom, že data jsou uložena pospolu a je mnohem jednodušší do tabulky vkládat nová data nebo tabulku updatovat. Nevýhodou je, že jsou při selekci čtena všechna data, i když selekce zahrnuje pouze několik sloupců. U sloupcově orientované databáze jsou při selekci čteny pouze konkrétní sloupce, kterých se selekce týká. To zásadně urychluje veškeré projekce dat. Další výhodou je, že každý sloupec může v databázi sloužit jako index, což může opět velmi zefektivnit databázové dotazy. Nevýhodou je, že při selekci se musí řádky ze sloupců následně zrekonstruovat. Rovněž vkládání a update tabulek je náročnější než v případě řádkově orientované databáze. Zápory sloupcově orientovaného přístupu nejsou tak zásadní, jak by se mohlo zdát. SAP HANA je určena primárně pro analýzu dat v reálném čase. V analytickém prostředí jsou vkládání a updaty dat méně časté. SAP HANA podporuje řádkově i sloupcově orientovaný přístup. Nejvyšší výkon databáze je ale postaven na sloupcově orientovaném modelu. (LENOVOPRESS.COM, 2017). Obrázek 3.3 ilustruje rozdíl mezi řádkovým a sloupcovým modelem.

Obr. 3.3 Srovnání řádkově a sloupcově orientovaných tabulek

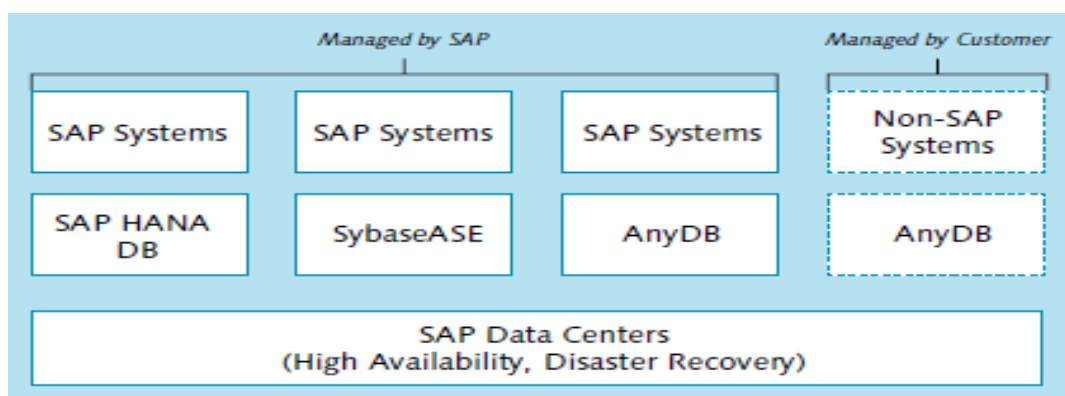


Zdroj: LENOVOPRESS.COM

### 3.3 SAP HANA Enterprise Cloud

SAP HANA Enterprise Cloud (SAP HEC) je IaaS řešení, jehož infrastruktura je dodávána a spravována firmou SAP nebo dodávána v datacentrech certifikovaných partnerů jako je např. Amazon, Microsoft nebo IBM. SAP dodává infrastrukturu v rámci soukromého cloudu spolu s dalšími službami a správou zákaznických SAP aplikací. Portfolio poskytovaných služeb v datacentrech firmy SAP je postaveno hlavně na databázové platformě SAP HANA a aplikačním SW od firmy SAP. Pokud je infrastruktura dodávána jiným dodavatelem v rámci veřejného cloudu (např. Amazon nebo IBM), je nutné dodržet požadavky na technickou infrastrukturu a výběr HW komponent, které podléhají certifikaci firmou SAP. SŘBD (Systém Řízení Báze Dat) SAP HANA byl vyvinut pro moderní informační a logistické systémy s důrazem na OLAP technologie a další procesy analýzy a reportování dat v reálném čase s podporou in-memory computingu (viz kapitola 3.2.1). Pokud není SAP aplikační SW kompatibilní se SAP HANA SŘBD, je služba dodávána v rámci SAP ASE (SAP Adaptive Server Enterprise) na databázové platformě Sybase. Zákazník má možnost provozovat SAP informační systémy i v kombinaci s jiným SŘBD certifikovaným firmou SAP (např. Oracle, MS SQL Server, MaxDB, IBM DB2, ...). Tato varianta je umožněna pouze dočasně a počítá se s budoucí migrací na SAP HANA. V rámci SAP HEC infrastruktury může klient provozovat i aplikační SW od jiných dodavatelů s podporou libovolného SŘBD. Tyto systémy jsou v tomto případě instalovány a spravovány zákazníkem, případně pouze ve velmi omezené míře firmou SAP. (BÖGELSACK, A., 2016). Obrázek 3.4 ukazuje kombinaci DB a aplikačních systémů (SAP a Non-SAP) v SAP HEC infrastruktuře dodávané v SAP datacentrech.

Obr. 3.4 Kombinace řešení v infrastruktuře SAP HEC dodávané v SAP datacentrech



Zdroj: BÖGELSACK, A., 2016

### 3.3.1 Startovací a produkční balíky

Pokud se zákazník rozhodne pro služby SAP HEC, nevystavuje se riziku přímé migrace produkčních systému do cloudu. V rámci SAP HEC služeb od firmy SAP si zákazník může zvolit startovací balík s názvem Cloud Start. Tato služba zahrnuje nasazení neprodukčních systémů (typ systému se nazývá pojmem SAP landscape), které nejsou kritické pro zákazníkovo podnikání. Cloud start balík zahrnuje:

- dostupnost infrastruktury v 95% času (bude blíže vysvětleno v následující podkapitole),
- nasazení neprodukčních SAP systémů (quality assurance, testovací prostředí, vývojové prostředí),
- podporu jakéhokoliv SŘBD,
- délku kontraktu kratší než 12 měsíců (BÖGELSACK, A., 2016).

Pro produkční systémy SAP dodává balík Cloud Production. Tento balík nabízí:

- dostupnost infrastruktury v 99,5% času,
- běh „živých“ systémů (předprodukční, produkční, quality assurance, testovací, vývojové),
- pouze SŘBD SAP HANA a SAP ASE,
- délku kontraktu nejméně 36 měsíců (BÖGELSACK, A., 2016).

#### Startovací balík u IBM Cloud

IBM Cloud nabízí startovací balík, který se nazývá Start-up Bundle. Tento model nabízí přístup k třem aplikačním platformám s dostupností infrastruktury 99,5%. Jedná se o předkonfigurované neprodukční instance aplikačního SW SAP Simple Finance (aplikační moduly pro řízení financí), SAP Business Warehouse (datový sklad s moduly business intelligence) a SAP ERP (řešení pro správu podnikových zdrojů). Ve všech případech aplikační SW běží na DB SAP HANA. Tento model je určen pro velmi rychlé nasazení, od 3 do 5 dnů. Zákazník má možnost řešení otestovat a následně transformovat do dlouhodobého kontraktu. Tento model nevyžaduje integraci se zákaznickovou sítí. Zákazník obdrží od IBM SSL certifikát. Následně se s využitím vlastního Remote Desktop klienta (SSL enkryptovaného) připojí přes internet na testovací prostředí

prostřednictvím Windows jump serveru. Základní licence umožňuje připojení deseti uživatelů. Po vypršení testovacího kontraktu má zákazník možnost exportu všech dat z testovacího prostředí. Testovací systémy jsou následně uvolněny, všechna data vymazána, zákazníkům subnet je zrušen, systémy se vrátí do původní konfigurace a jsou připraveny pro dalšího uživatele. (IBM CONNECTIONS, 2019).

### **3.3.2 Dostupnost infrastruktury**

Klíčovým parametrem cloudových služeb je definice jejich dostupnosti. Detaily ohledně dostupnosti služby jsou sepsány ve smlouvě o úrovni poskytovaných služeb (Service Level Agreement, SLA). V rámci IaaS řešení se může jednat o dostupnost celé infrastruktury jako celku, případně dodavatel může blíže specifikovat dostupnost konkrétních HW nebo SW komponent (např. dostupnost připojení přes veřejnou IP síť, soukromou IP síť, přístup k zákaznickému portálu, apod.).

Nejčastěji se dostupnost služby měří v procentech. Procentní údaj říká, kolik minut v měsíci je dostupnost služeb dodavatelem garantovaná. Měsíc o 31 dnech má 44 640 minut. Garance 99,5% říká, že bude služba dostupná 44 416 minut. Rozdíl činí 224 minut, což je 3,73 hodiny. Tato hodnota označuje tolerovanou dobu výpadku služby za měsíc. Dnes se běžně setkáváme i s garancí na aplikační úrovni ve výši 99,9%. Příkladem je běh SAP aplikací v rámci IBM Cloud na unixovém systému IBM AIX s využitím technologie HACMP (IBM High Availability Cluster Multiprocessing). V tomto případě je tolerovaný výpadek (downtime) ve výši 43 a méně minut v měsíci. Ve smlouvě o úrovni poskytovaných služeb je také definováno, co nelze za výpadek služby považovat. Jedná se např. o předem avizovaný upgrade některých komponent infrastruktury. Tyto změny je žádoucí provádět v nejméně kritických termínech pro zákaznicko podnikání (např. v noci o víkend). Dále se do výpadku služeb samozřejmě nepočítají minuty, které způsobí zákazník. To může být způsobeno výpadkem internetu na straně zákazníka, aplikováním nepodporované konfigurace na produkčních systémech, spuštěním nějakého příkazu, nevhodným přenosem dat, atd. (SOFTLAYER.COM, 2016).



### 3.3.3 SAP aplikační servery – konfigurace CPU, RAM a virtuální disky

Aplikační SW je v rámci SAP HEC služeb dodáván na virtualizovaných serverech běžících nad hypervizorem. Poskytovatelé infrastruktury mohou využívat různé virtualizační platformy. Nejčastější je virtualizace od firmy VMware. Někteří dodavatelé SAP HEC infrastruktury využívají také své vlastní technologie. SAP aplikace je možné nainstalovat nad IBM hypervizorem Power VM. SAP HEC infrastruktura dodávána (nejen) v rámci cloudu Microsoft Azure běžně využívá virtualizační technologii Microsoft Hyper-V. V následujícím textu bude popsána konfigurace SAP aplikačních serverů na platformě IBM Cloud.

V rámci SAP HEC od IBM Cloud může zákazník nainstalovat SAP aplikace na VMware hypervizoru nebo na IBM proprietární virtualizační platformě Power VM. Operační systémy podporované na hypervizoru od VMware jsou MS Windows Server a Red Hat Enterprise Linux (k dispozici verze pro 32 bit i 64 bit procesorovou architekturu). Power VM virtualizované servery běží na unixovém operačním systému IBM AIX. Podporovaná je pouze 64 bitová architektura. (IBM.COM, 2019).

Hlavní parametry konfigurace virtuálních mašin jsou počet virtuálních CPU, velikost virtuální RAM a velikost virtuálního úložiště (pro operační systém / root). Zákazník má možnost zvolit z mnoha konfiguračních nastavení, od slabých po velmi výkonné virtuální mašiny. Obrázek 3.5 ukazuje typy konfigurace pro 64 bitové virtuální mašiny běžící na Red Hat Enterprise Linux. Počet virtuálních CPU je v rozmezí od 1 po 64, virtuální RAM od 2 GB po 128 GB. Velikost virtuálních disků je v rozpětí od 64 GB po 512 GB s možností přidání až dalších 50 disků do maximální kapacity 4 TB pro každý disk. (IBM.COM, 2019).

Obr. 3.5 Konfigurace 64 bit virtuálních Linux serverů (IBM Cloud)

<b>Component</b>	<b>Small</b>	<b>Medium</b>	<b>Large</b>	<b>XL</b>	<b>Jumbo</b>	<b>Maximum Limit</b>
Virtual CPUs	1	2	4	8	16	64
Virtual Memory (Gigabytes)	2	4	8	16	32	128
Instance Storage (Gigabytes)	64	128	192	384	512	512
Additional Disks	Maximum 50 disks up to 4 TB each.					

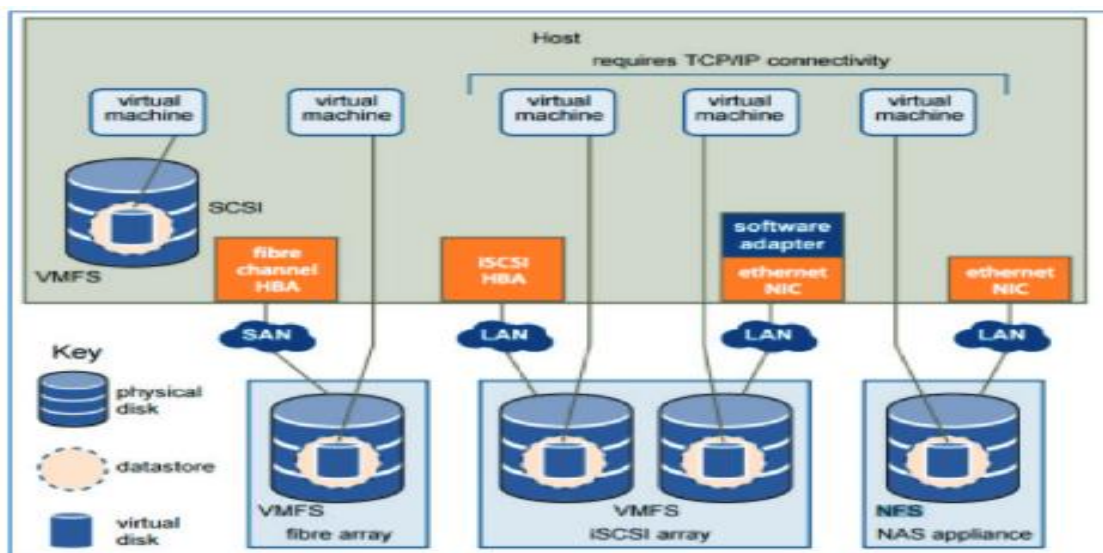
Zdroj: IBM.COM

## Přístup k virtuálním diskům s využitím VMware

SAP virtuální servery komunikují se svými virtuálními disky na VMware datastore pomocí SCSI (Small Computer System Interface) příkazů. Datastore je logická jednotka úložiště, ve které jsou umístěny virtuální disky a která zajišťuje abstrakci fyzických atributů úložných zařízení od virtuálního serveru. VMware datastore může využívat mnoho typů fyzických storage zařízení, proto jsou SCSI příkazy často enkapsulovány do různých forem. Ty závisí na protokolu, který hypervizor užívá k připojení k datovému úložišti. VMware podporuje protokoly Fibre Channel (FC), Internet SCSI (iSCSI), Fibre Channel over Ethernet (FcoE) a NFS (Network File System) protokoly. Bez ohledu na typ datového úložiště fyzického serveru jsou virtuální disky virtuálnímu serveru vždy prezentovány jako mountovaná SCSI zařízení. Virtuální disky schovají před operačním systémem SAP aplikačního serveru fyzickou úroveň úložných zařízení. Toto umožňuje operačním systémům bezproblémový přístup k datům, aniž by se musely instalovat speciální ovladače (např. ovladače pro SAN host bus adapter (HBA)). (VMWARE.COM, 2017).

Obrázek 3.6 ukazuje, jak jsou fyzické disky propojené s virtuálními servery přes síťové karty (Network Interface Controller, NIC) v rámci připojení přes ethernet. U optických sítí (fiber technologie) jsou fyzické disky s hypervizorem propojeny skrz HBA. (VMFS = Virtual Machine File System, SAN = Storage Area Network).

Obr. 3.6 Virtuální servery přistupující k různým typům datových úložišť



Zdroj: VMWARE.COM

### 3.3.4 Možnosti licencování a úhrady za služby

Rozhodování k přechodu na cloudové řešení nezahrnuje pouze aspekty technické implementace, ale také (a to převážně) aspekty zohledňující náklady a licenční modely. V rámci SAP HEC řešení od firmy SAP má zákazník několik možností, jak za infrastrukturu a SW komponenty platit. SAP HEC infrastruktura a přidružené služby správy, kterou dodavatel poskytuje, jsou placeny formou předplatného (subscription). Co se týče aplikačního a DB SW (SAP HANA), má zákazník více možností. K dispozici jsou tři licenční modely. (BÖGELSACK, A., 2016).

První model zahrnuje případy, kdy si zákazník od SAP nakoupí licenci na aplikační SW a SAP HANA DB nebo využije své stávající licence (Bring Your Own License, BYOL). Tento model se v angličtině nazývá single (individual) licenses. Formou předplatného se u tohoto modelu platí pouze infrastrukturní zdroje.

V druhém modelu, tzv. mixed licensing, zákazník nakoupí licence (nebo přinese své vlastní) pouze pro aplikační SAP SW. SAP HANA DB a infrastruktura se platí formou měsíčního předplatného. Třetí případ je kompletní předplatné. Zákazník nevlastní žádné licence, za SAP aplikační SW, databázi SAP HANA, infrastrukturu a správu infrastruktury platí zákazník formou měsíčního předplatného. Varianta kompletního předplatného přináší největší flexibilitu. Zákazníkovi je umožněno SAP produkt nejprve otestovat předtím, než se zahrne do měsíčního vyúčtování. Zákazník tímto způsobem šetří za nákup licencí. (BÖGELSACK, A., 2016).

### 3.3.5 Aplikační SW

Na trhu je obrovské množství typů aplikačního SW, který lze nainstalovat v rámci SAP HEC infrastruktury. Budeme-li se soustředit pouze na produkty od firmy SAP, existuje nepřeberné množství firemních aplikací a informačních systémů vhodných prakticky pro jakýkoliv typ podnikání. SAP nabízí produkty pro řízení podnikových zdrojů, supply chain management, customer relationship management (typy IS blíže popsány v kapitole první), řízení podnikových financí, datové sklady s moduly business intelligence, atd. To vše od operativní po strategickou úroveň IS. Obrázek 3.7 ukazuje příklady aplikačního SW, který může zákazník nainstalovat v SAP HEC infrastruktuře od IBM Cloud.

**Obr. 3.7 Příklady SAP aplikací na SAP HEC**

S/4HANA	Enterprise Resource Planning (ERP)
SAP Human Capital Management (HCM)	SAP Customer Relationship Management (CRM)
SAP Enterprise Portal	SAP Solution Manager
SAP Business Objects Supply Chain Performance Management	SAP Supply Chain Management: Advanced Planning and Optimization and SAP liveCache
SAP NetWeaver Process Integration	SAP Transportation Management
SAP Business Objects Strategy Management	SAP NetWeaver Master Data Management
SAP Enterprise Central Component	SAP Product Lifecycle Management
SAP Supplier Lifecycle Management	SAP Supplier Relationship Management
SAP NetWeaver Business Warehouse	SAP Environment, Health and Safety Management
SAP Business Planning and Consolidation	

Zdroj: IBM CONNECTIONS

### **SAP S/4 HANA**

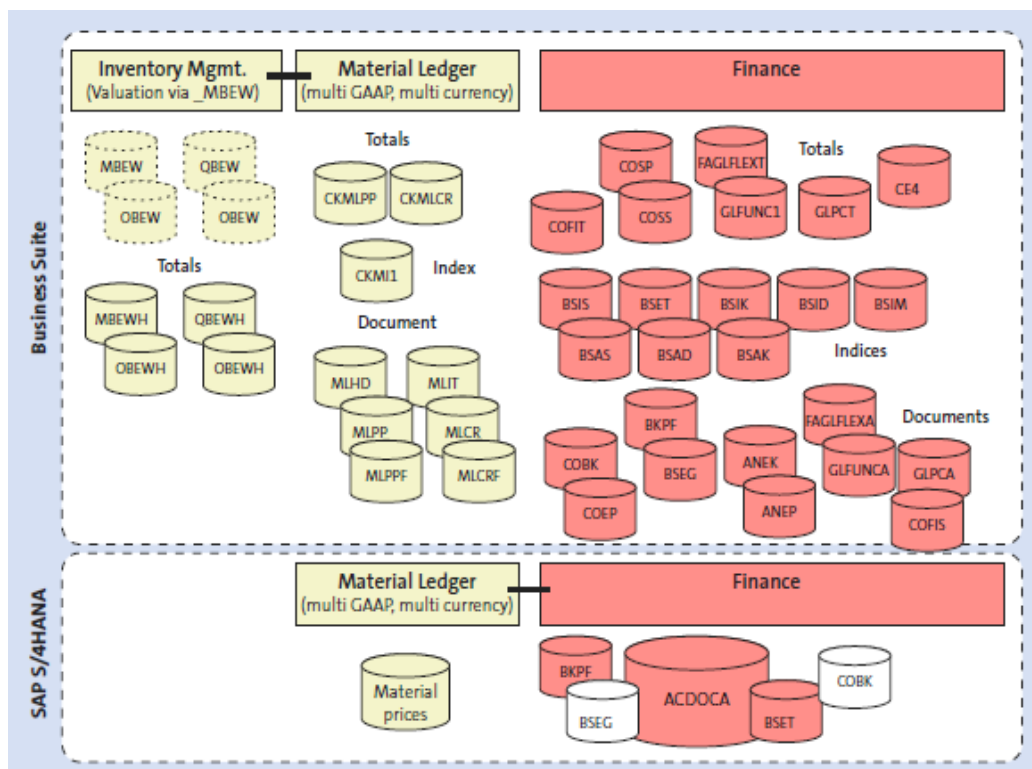
Aplikační SW SAP S/4 HANA je nejmodernější SAP aplikační produkt vyvinut speciálně pro SAP HANA databázi. SAP HANA umožňuje v jedné databázi provozovat zároveň transakční i analytické procesy s využitím in-memory technologie. Datové modely a design tabulek je v porovnání se staršími ERP produkty značně zjednodušen. Cílem designu bylo, aby vymizely všechny redundantní tabulky a datové struktury společně také s agregačními tabulkami. Veškerá agregace dat probíhá v reálném čase. Obrázek 3.8 ukazuje srovnání návrhu DB tabulek pro moduly řízení zásob a řízení financí u staršího produktu SAP Business Suite oproti SAP S/4 HANA. S/4 HANA přináší moderní technologické inovace, které odráží několik desetiletí vývoje podnikových informačních systémů. Samozřejmostí je podpora technologií jako je Internet věcí (Internet of Things, IoT), radio-frekvenční identifikace (radio-frequency identification, RFID), QR kódy (Quick Response codes), atp. (Jolton, M., 2017).

SAP S/4 HANA moduly obsahují spoustu aplikačních modulů pro logistické operace:

- řízení zásob (inventory management) – modul pro řízení interního a externího pohybu materiálu a zboží, integrovaný s modulem pro řízení financí a modulem pro supply chain management,

- výroba (manufacturing) – modul pro plánování, řízení a kontrolování produkce ve výrobním podniku,
- řízení skladů (warehouse management) – modul pro řízení stavu skladů, příchozí a odchozí tok materiálů, řízení skladových pracovníků, atd.,
- nákup a zajištění materiálu a zdrojů (sourcing and procurement) – modul pro zajišťování a nákup zdrojů, včetně řízení smluv s dodavateli, hodnocení dodavatelů a analýzou v reálném čase pro každodenní operativní potřeby zajišťování zdrojů a materiálu,
- řízení kvality (quality management) – modul pro plánování inspekcí v různých úrovních dodavatelského řetězce (nákup, výroba, prodej), vytváření kontrolních reportů a zpracování doporučení pro nápravu problémů zjištěných při inspekci,
- správa aktiv (enterprise asset management) – modul pro správu podnikových aktiv, od plánování nákupu, přes nákup aktiv, plánování údržby až po jejich vyřazení,
- řízení prodejních objednávek (sales order management) – modul pro řízení prodejních smluv, zpracování objednávek, fakturace. (Jolton, M., 2017)

**Obr. 3.8 Srovnání designu tabulek SAP Business Suite a SAP S/4 HANA**



Zdroj: Jolton, M., 2017

### 3.3.6 Nasazení SAP HANA DB

Moderní SAP informační systémy jsou vyvíjeny na míru pro databázi SAP HANA. Z tohoto důvodu je volba architektury a způsob nasazení HANA databázového serveru nejdůležitějším rozhodnutím při budování informačního systému. SAP HANA infrastruktura poskytuje několik možností, jak databázi v cloudu nainstalovat.

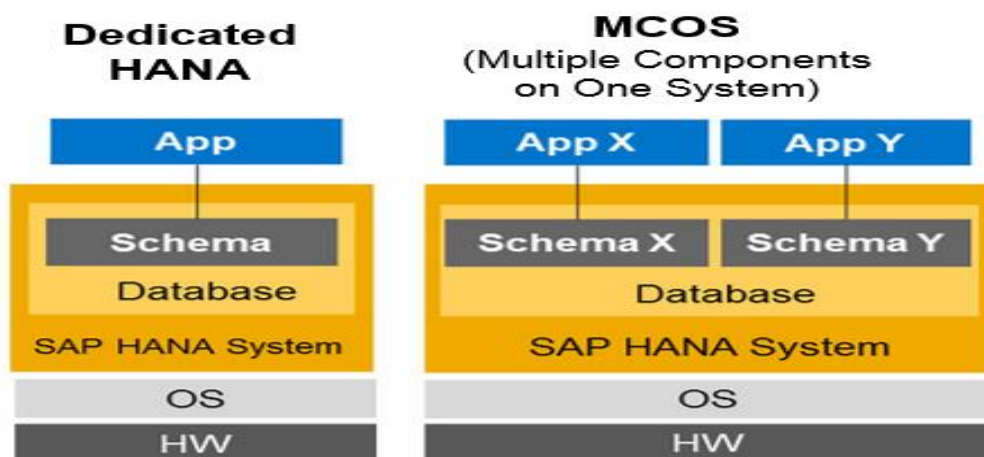
#### **SAP HANA appliance**

Zákazník si od dodavatele v cloudu pronajme dedikovaný server v rámci single-tenant modelu. Konfigurace serveru je podmíněna objemem dat v DB, což souvisí s typem SAP landscape, pro kterou je systém určen. SAP HANA HW appliance je dodávána jako předem nakonfigurovaný certifikovaný server od několika dodavatelů HW. Infrastruktura má některá omezení a požadavky, např:

- je možné použít jen schválené typy serverových procesorů od firmy Intel (modely Intel Xeon),
- konfigurace serverů musí dodržovat schválené poměry mezi velikostí paměti RAM a celkovým počtem procesorových jader (nebo počtu CPU slotů) za účelem dosažení maximalního výkonu při optimálním využití zdrojů,
- síťová infrastruktura pro SAP HANA SW musí obsahovat nejméně 10 Gb Ethernet,
- je možné použít jen schválené typy diskových úložišť s dostatečnou kapacitou pro konkrétní modely SAP HANA serverů (určeno pro zálohu DB a ukládání logů po potvrzených DB transakcích za účelem obnovy DB). (LENOVOPRESS.COM, 2019).

Logické nasazení SAP HANA databáze na HW appliance má několik variant. Jednou z možností je dedikovaná appliance pro jeden HANA SŘBD (jedno databázové schéma pro 1 SAP aplikaci). Další z možností je více databázových schémat v rámci jednoho SŘBD pro 2 a více aplikačních instancí. Tomuto modelu se říká Multiple Components on One System (MCOS). (viz obrázek 3.9). (LENOVOPRESS.COM, 2019).

Obr. 3.9 Příklady nasazení SAP HANA DB na HW appliance



Zdroj: IBM CONNECTIONS

### Nasazení s využitím virtualizace

SAP HANA řešení podporuje několik typů virtualizačních technologií. To umožňuje instalaci více separovaných SAP HANA instancí na vlastních virtuálních serverech na jednom fyzickém serveru. V září 2018 byly podporovány následující virtualizační technologie:

- VMware vSphere 5.5, 6.0, 6.5,
- SUSE Linux Enterprise Server KVM,
- Red Hat Enterprise Linux KVM,
- XEN virtualizace,
- Virtualizační technologie pro konkrétní HW platformy: SAP HANA na IBM Power VM, HP nPartitions, Fujitsu PPAR (physical partition), aj.

Každý virtuální server musí splňovat schválené požadavky na konfiguraci. Hlavní důraz je kladen opět na poměry CPU a RAM. Při nasazení SAP HANA s využitím virtualizačních technologií je nutné počítat s tím, že dosažený výkon virtuálních strojů je nižší, než při nasazení srovnatelné konfigurace na fyzickém serveru. Testy SAP ukázaly, že pokles výkonnosti je až o 12 procent. (BAUMGARTL, A., 2018).

Pomocí virtualizace je možno mnohem lépe kontrolovat a přidělovat zdroje ve srovnání s nasazením na fyzickém serveru. Každému SAP systému je možné přidělit přesně určené množství CPU, RAM a dalších zdrojů. Výhodou je rovněž dynamická škálovatelnost zdrojů (viz výhody cloud computingu, kapitola 2.2).

### Konfigurace CPU a RAM pro SAP HANA DB

Klíčovým atributem konfigurace CPU a RAM pro HANA DB server na fyzickém i virtuálním cloudovém prostředí je poměr CPU k RAM. Pokud by konfigurace měla příliš mnoho RAM v poměru k CPU jádrům (slotům), CPU nemůže plně využít výhod rychlého přístupu k datům. V opačném případě (málo RAM), CPU jádra zůstanou nevyužita. V tomto případě systém neběží tak rychle, jak by teoreticky mohl. (LENOVO PRESS, 2019). Obrázek 3.10 ukazuje poměry CPU socketů k RAM pro různé typy Intel procesorů, dva příklady nasazení aplikačního SW (SoH = Business Suite on HANA, BwoH = Business Warehouse on HANA) a různé verze HANA DB SW (SPS = Support Package Stacks). (VMWARE.COM, 2017).

Obr. 3.10 Poměry RAM k CPU socketům

CPU	HANA WORKLOAD	HANA SPS VERSION	CPU SOCKET-TO-RAM RATIO
Intel Xeon EX E7-v4	SoH	SPS <= 11 SPS >= 12	<=768 GB/ socket <=1024 GB/ socket
	BWoH	SPS >= 11	<=512 GB/ socket
Intel Xeon EX E7-v3	SoH	SPS >= 11	<=768 GB/ socket
	BWoH	SPS <= 10	<=384 GB/ socket
		SPS >= 11	<=512 GB/ socket
Intel Xeon EX E7-v2	SoH	SPS >= 10	<=768 GB/ socket
	BWoH	SPS >= 10	<=256 GB/ socket
Intel Xeon EP E5 26xx v4 (maximum 2-socket supported)	SoH	SPS <= 11 SPS >= 12	<=768 GB/ socket <=1024 GB/ socket
	BWoH	SPS >= 10	<=384 GB/ socket

Zdroj: VMWARE.COM



Detailní postup pro stanovení RAM a CPU kapacity pro SAP HANA DB server vychází z aplikace vzorců, které počítají s parametry jako maximální kapacita RAM pro konkrétní počty virtuálních CPU, maximální kapacita RAM pro typy HW a typ aplikačního SW, pro který bude systém určen, počet virtuálních CPU podle kapacity RAM virtuálního serveru, atd. Počítá se rovněž s tolerancí a vytvářením rezervy. Přesným postupem se tato práce nebude zabývat. Jednoduché alternativní pravidlo pro odhad počtu CPU podle stanovené kapacity RAM vychází z dělení stanovené kapacity RAM poměrem počtu CPU socketů k RAM (viz obrázek 3.10). (VMWARE.COM, 2017). Následně bude popsán příklad konfigurace CPU.

Zákazník chce v cloudu nasadit datový sklad se stanovenou velikostí databáze 2,5 TB (2 500 GB). Virtuální server poběží na Broadwell serveru s procesory Intel Xeon EX E7-v4 (model 8890, 24 jader / socket, základní takt 2,20 GHz). (INTEL.COM, 2019).

Výsledná konfigurace CPU vychází dělením velikosti databáze (2 500 GB RAM) číslem 512 (viz 512 GB/socket, CPU SOCKET TO RAM RATIO pro typ procesu Intel Xeon EX E7-v4, viz obr. 3.10). Zaokrouhlený výsledek je 5. Jelikož má CPU socket 24 jader, výsledná konfigurace virtuálních CPU bude 120 vCPU. V tomto případě by byla doporučena maximální možná konfigurace 128 vCPU, aby mohl zákazník využít více vláken pro paralelní zpracování strojových instrukcí (hyper-threading). (VMWARE.COM, 2017).

### **3.3.3 SAP HANA SW komponenty**

Hlavní SW komponenty SAP HANA řešení jsou následující (distribuce SAP HANA SW komponentů je zobrazena na obrázku 3.11):

- SAP HANA databáze,
- SAP HANA client,
- SAP HANA landscape management structure,
- SAP host agent,
- Solution Manager Diagnostics agent. (LENOVOPRESS.COM, 2019).

#### **a) SAP HANA databáze**

SAP HANA databáze je srdcem SAP HANA řešení a jeho nejdůležitější SW komponent. Databáze nabízí nástroje pro sloupcově i řádkově orientované tabulky a všechny dostupné standardní technologie pro relační databáze. (LENOVOPRESS.COM, 2019).

#### **b) SAP HANA client**

SAP HANA client je soubor knihoven, které využívají externí aplikace k připojení do SAP HANA databáze. Knihovny jsou dostupné v 32 nebo 64 bitové verzi. Knihovny zpřístupňují rozhraní pro SQLDBC (SQL Database Connectivity), OLE DB pro OLAP (ODBO, dostupné pouze pro Windows OS), Open Database Connectivity (ODBC), Java Database Connectivity (JDBC), atd. (LENOVOPRESS.COM, 2019).

#### **c) SAP HANA landscape management structure**

SAP HANA landscape management (LM) structure je XML soubor, který popisuje, jaké SW komponenty jsou na serveru nainstalovány. Soubor obsahuje informace o systémové identifikaci (System ID, SID) a hostname databázového serveru, popis verze a edice databáze, informace o instalační cestě k databázi, detaily ohledně SAP HANA klienta a jeho lokalizaci, atd. Všechny tyto informace jsou důležité pro aplikace nebo jiné databáze, které do systému dodávají data. (LENOVOPRESS.COM, 2019).

#### **d) SAP host agent**

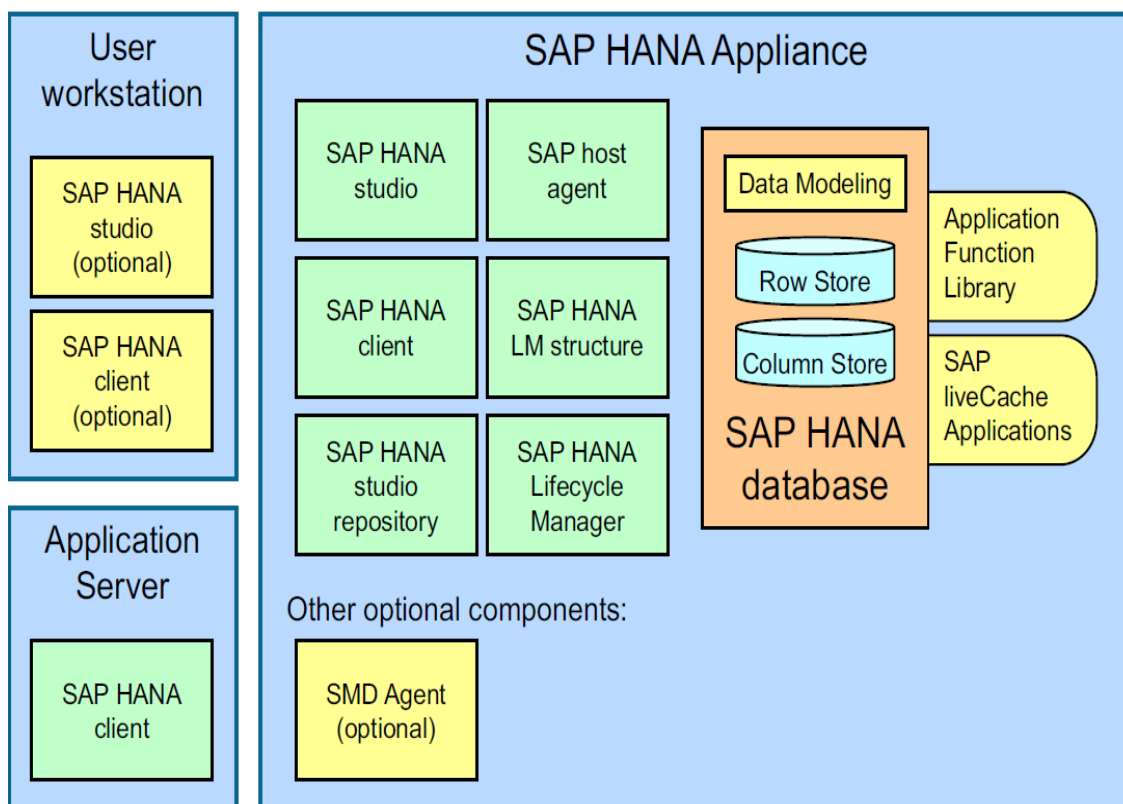
SAP host agent je standardní součástí každé SAP instalace. V prostředí SAP HANA je důležitý pro automatický update systému s využitím SAP HANA LM a pro vzdálené zapínání a vypínání databázových instancí. (LENOVOPRESS.COM, 2019).

#### **e) Solution Manager Diagnostics agent**

Solution Manager Diagnostics agent je nepovinný SW komponent, který umožňuje připojení k SAP Solution Manager (SMD). SMD je aplikace, která dodává soubor nástrojů pro monitorování a analýzu SAP systémů, včetně SAP HANA. SMD zpřístupňuje diagnostické testování systému, přistupuje k databázovým logům a file

systemu a skrz SAP host agenta sbírá informace o využívání CPU zdrojů a paměti RAM. (LENOVOPRESS.COM, 2019).

**Obr. 3.11 Distribuce SAP HANA SW komponent**



Zdroj: LENOVOPRESS.COM

### 3.3.4 Možnosti v cloudu

V kapitole 2.2 byly uvedeny klíčové atributy, které definují cloudové služby. Jsou to sdílení zdrojů, možnost rychlé škálovatelnosti a nárůstu kapacity, široce dostupný síťový přístup, samoobslužná správa služeb a měřitelnost poskytovaných služeb. Nyní budou představeny jednotlivé body ve vztahu k nasazení na SAP HEC.

#### Sdílení zdrojů (hypervizor VMware)

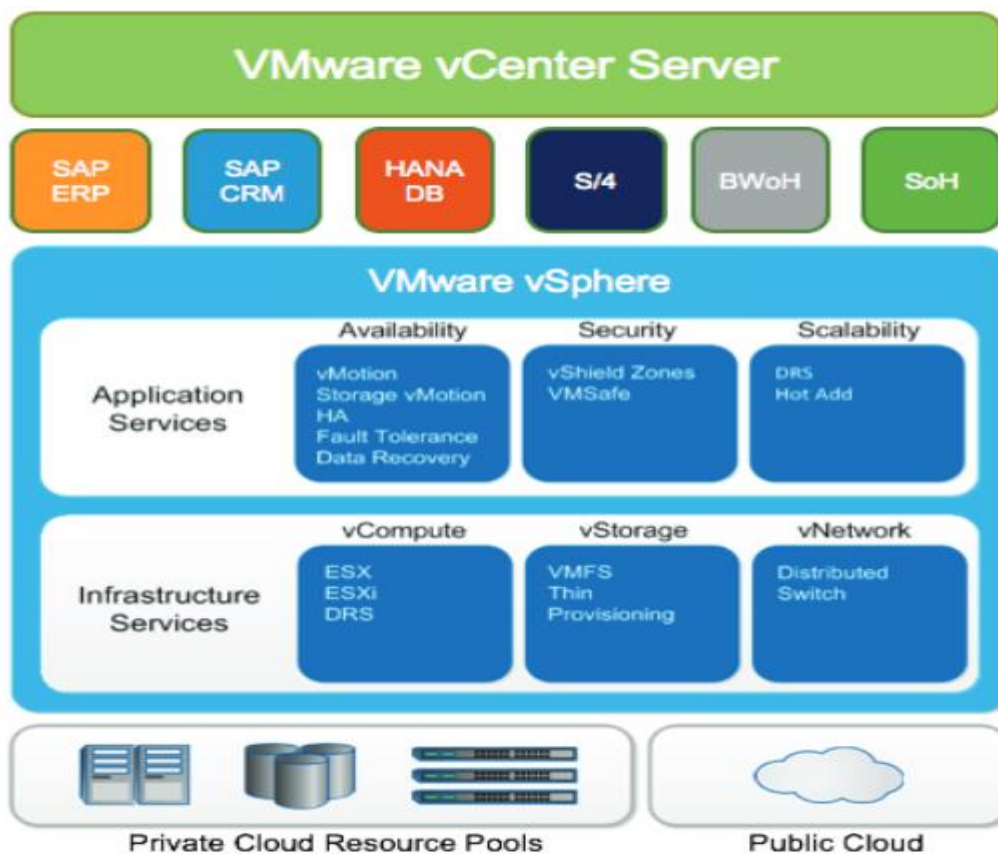
S využitím VMware virtualizace v SAP HEC je možné efektivně sdílet zdroje pro více SAP DB i aplikačních instancí. VMware vSphere je přední virtualizační SW (hypervizor) na IT trhu. Dodavatelé SAP HEC infrastruktury, jako např. IBM Cloud, používají VMware technologie jako primární virtuální platformu pro běh SAP HANA DB a SAP

aplikačního SW. Virtualizace od VMware zpřístupňuje pro chod SAP informačních systémů mnoho užitečných funkcí:

**a) Konsolidace SAP produktů na jednom fyzickém serveru**

Obrázek 3.12 ukazuje, jak může být efektivně použita virtualizovaná infrastruktura cloudových poskytovatelů. Na jednom fyzickém serveru je možné nasadit různé kombinace SAP aplikací (ERP, CRM, Business Warehouse on HANA (BWoH), S/4 HANA, atd.) společně s HANA DB. Všechny komponenty virtuální infrastruktury jsou ovládány z jednoho řídicího serveru aplikací VMware vCenter Server. Jeden vCenter Server může ovládat až 1000 hypervizorů a až 10 000 online virtuálních mašin. (VMWARE.COM, 2017).

**Obr. 3.12 Ilustrace SAP virtuálních serverů řízených aplikací vCenter Server**



Zdroj: VMWARE.COM

### **b) Živá migrace virtuálních serverů**

VMware technologie vMotion umožňuje online migraci HANA DB serverů z jednoho hypervizoru na druhý při nulovém výpadku služeb. To pomáhá poskytovatelům k dodržení podmínek smlouvy o poskytování služeb. Konfigurace virtuálního serveru a jeho síťová identita zůstává samozřejmě zachována. Tato technologie je využívána při plánovaných (oprava HW či upgrade firmware) či neplánovaných výpadcích komponent fyzického serveru. Typicky také kvůli lepšímu využití HW zdrojů napříč datacentrem poskytovatele. vMotion technologie se dá aplikovat také pro distribuované přidělování zdrojů. (VMWARE.COM, 2017).

### **c) Distributed Resource Scheduler (DRS)**

VMware Distributed Resource Scheduler je technologie, která využívá online migraci virtuálních mašin za účelem srovnání výpočetních zdrojů napříč clusterem vSphere hypervizorů (load balancing technologie). DRS dynamicky vyrovnává využívání zdrojů podle priority daného systému. Při nasazení SAP HANA DB do VMware clusteru je však nutné přepnout DRS do manuálního módu (systém doporučí migraci virtuální mašiny správci infrastruktury, ale samotnou migraci neprovede), aby nebyla SAP HANA DB přesunuta na server, který nevyhovuje pravidlům SAP certifikace (pokud se takový server v clusteru nachází). (VMWARE.COM, 2017).

## **Škálovatelnost**

Výpočetní kapacitu pro SAP HANA systém lze v SAP HEC dynamicky zvyšovat dvěma způsoby. Buď vertikálně (scale-up) nebo horizontálně (scale-out).

### **a) Scale Up**

Vertikální škálovatelnost zahrnuje:

- přidání RAM nebo CPU fyzickému serveru,
- rozšíření konfigurace virtuálního serveru do maxima 1TB RAM a 64 vCPU s VMware vSphere 5.5, do 4TB RAM a 128 vCPU s vSphere 6 a až do 6TB RAM a 128 vCPU s vSphere 6.5. (VMWARE.COM, 2017).

### **b) Scale Out**

Scale Out konfigurace se nasazuje za účelem vytvoření high availability (HA) prostředí.

Horizontální škálovatelnost zahrnuje:

- přidávání fyzických serverů za účelem vytvoření high availability clusteru,
- přidávání tzv. „worker“ virtuálních serverů, atd. (VMWARE.COM, 2017).

### **Široce dostupný síťový přístup**

Datová centra SAP HEC dodavatelů jsou rozmístěna po celé zeměkouli, aby bylo dosaženo kvalitního a rychlého připojení odkudkoliv. Uživatel se do cloudu připojuje přes VPN. S technologiemi VPN je zákazníkovi umožněn přístup do soukromé sítě s využitím protokolů SSL nebo IPSec. Přístup k serveru je v rámci soukromé sítě 10.x.x.x. skrz SSH (Secure Shell) nebo RDP (Remote Desktop Protocol). (IBM Cloud Docs, 2019).

Datová centra poskytovatelů jsou mezi sebou propojena vysokorychlostními optickými linkami, což zpřístupňuje možnosti ochrany proti pohromám (disaster recovery, DR). Replikace SAP HANA DB serveru v tomto případě probíhá asynchronním způsobem. Při použití asynchronního režimu transakce nevyžadují potvrzení o přijetí ani dokončení, což umožňuje nejvyšší rychlost replikačního systému. V rámci replikace SAP HANA DB u IBM Cloud je standardní RPO 12 hodin (Recovery Point Objective, RPO definuje, do jakého času v minulosti bude systém obnoven) a RTO 30 minut (Recovery Time Objective, RTO definuje, za jak dlouho bude systém po zahájení replikace znovu funkční). (IBM CONNECTIONS, 2019)

### **Měřitelnost a samoobslužná správa**

Dodavatele SAP HEC infrastruktury dávají k dispozici řídicí webový portál, kde jsou viditelná všechna data o SAP systémech, konfiguraci serverů, status serverů informace o SAP landscapes, atd. Portál zároveň slouží k reportování a ke komunikaci s dodavatelem pro účely hlášení poruch či požadavků prostřednictvím ticketingu. (IBM CONNECTIONS, 2019).

## **3.4 SAP S/4 HANA Cloud**

SAP S/4 HANA Cloud je nejnovější a nejinnovativnější software as a service ERP produkt od firmy SAP. Nové digitální technologie a možnosti moderní doby boří tradiční business modely napříč všemi sektory. SAP identifikoval potřebu pro ERP produkt, který bude kombinovat podporu end-to-end firemních procesů s možností velmi rychlého nasazení v cloudovém prostředí. Základní architektura S/4 HANA vychází z multitenant modelu, kdy mnoho uživatelů ve stejnou dobu přistupuje k informačnímu systému, aniž by

jakkoliv ovlivňovali běh programu pro ostatní uživatele. Jedna z hlavních výhod multitenant SW aplikací je rychlost nasazení produktu a jeho nových verzí na trh. Nové verze informačního systému s vychytanými chybami a novými funkcemi jsou okamžitě dostupné všem uživatelům. S/4 HANA je dodávána ve čtvrtletních vývojových cyklech. Každé čtvrtletí jsou tedy dodávány nové funkce a aplikace podporující přidanou hodnotu zákaznickova podnikání. Ve srovnání s jinými produkty firmy SAP jsou čtvrtletní vývojové cykly krátká doba. Je to velmi výhodné pro dodávání řešení založených na rychle se vyvíjejících technologiích jako je třeba strojové učení a umělá inteligence (postaveno na produktu SAP Leonardo). Strojové učení napomáhá firmě SAP vyvíjet SW, který se učí od svých uživatelů a dokáže předpovědět, které informace potřebují na základě dostupného kontextu. Jiné produkty dodávané v rámci on-premise řešení (nebo IaaS produkty) nemohou v tomto ohledu konkurovat, jelikož se jejich update cyklus měří spíše v horizontu let. Další velkou výhodou SaaS produktů je jejich cena pro koncového uživatele. SAP investuje do výzkumu a vývoje, do designu produktu, konstrukce kódu, testování a podpory produktu. Tyto investice ve výsledku přináší větší efektivitu vynaložených nákladů, která je přenášena na zákazníka. Potenciál přímých úspor (ve srovnání s nasazením informačního systému on-premise nebo IaaS) je násoben rychlejším zhodnocením investic, rychlejším nasazením, rychlejším přijetím produktu uživateli a kratšími vývojovými cykly. (JOLTON, M. a Yosh, E., 2017).

SAP S/4 HANA Cloud přirozeně vyžaduje pro své nasazení infrastrukturu a s tím spojené služby správy datových center. S/4 HANA je vždy nasazena mimo prostory zákazníka. Infrastrukturu pro S/4 HANA tvoří SAP HEC infrastruktura dodávaná firmou SAP nebo jejími certifikovanými partnery. Jádro S/4 HANA Cloud a jeho jedinou možnou databázovou platformou je SAP HANA. (JOLTON, M. a Yosh, E., 2017).

### **3.4.1 Podporované podnikové procesy**

Podnikové procesy ve výrobních podnicích fungují na podobných principech. Firma nakoupí stroje a materiál a vybuduje koncový produkt, který následně prodá s marží. K tomu firma většinou potřebuje podporu projektového řízení. Zároveň je potřeba všechny procesy řídit z pohledu toku financí a vést účetní dokumentaci. V neposlední řadě je nutné řídit toky lidských zdrojů. SAP S/4 HANA Cloud poskytuje vestavěné

procesy založené na osvědčených postupech pro organizace zaměřené na výrobu, služby a obchodování. Mezi hlavní procesy patří:

- řízení financí,
- nákup,
- prodej,
- personalistika,
- výroba,
- správa dodavatelského řetězce,
- odborné služby (projektové řízení a řízení provozu). (JOLTON, M. a Yosh, E., 2017).

Přestože je S/4 HANA Cloud aplikační SW postaven na stejném kódu jako on-premise S/4HANA, některé funkce jsou hodně omezené. Proto je nutné, aby zákazník pečlivě zkontroloval dostupné funkce se svým dodavatelem. Stejně tak SAP S/4 HANA Cloud neposkytuje add-on moduly specializované pro konkrétní průmyslová odvětví (jako např. energetika, výroba paliv a maziv, atd.). Zákazníci, kteří speciální funkce pro své podnikání vyžadují, mohou migrovat na SAP S/4 HANA Cloud jen částečně a průmyslově specifické funkce mohou ponechat na stávajícím ERP systému. (JOLTON, M. a Yosh, E., 2017).

### **3.4.2 Úhrada za služby**

Tradiční SAP ERP informační systémy mají velmi komplikovanou strukturu plateb za dodávaný SW. SaaS model přichází s jednoduchým způsobem fakturace založeným na měsíčním předplatném, které vychází primárně z počtu uživatelů, kteří mají k SW přístup. V porovnání s platbami za tradiční SAP ERP nezahrnují úhrady za SAP S/4 HANA Cloud položky za správu produktu, roční platby za údržbu, atd. Platby za kontinuální inovaci a podporu jsou součástí předplatného a zákazník nemusí studovat složitou strukturu fakturace, která dříve kazila důvěru mezi zákazníkem a SAP. Doba předplatného se ve smlouvě navyšuje o 12 měsíců. Typicky SAP prodává S/4 HANA Cloud jako víceleté předplatné, nejčastěji na dobu 36 měsíců. Základní katalogová cena je 220 dolarů (5 052 Kč, kurs ČNB k 30.3.2019) za uživatele za měsíc (S/4HANA Cloud Pricing, 2019). Tato cena je pouze orientační. Koncová cena je vždy předmětem individuální nabídky. Při



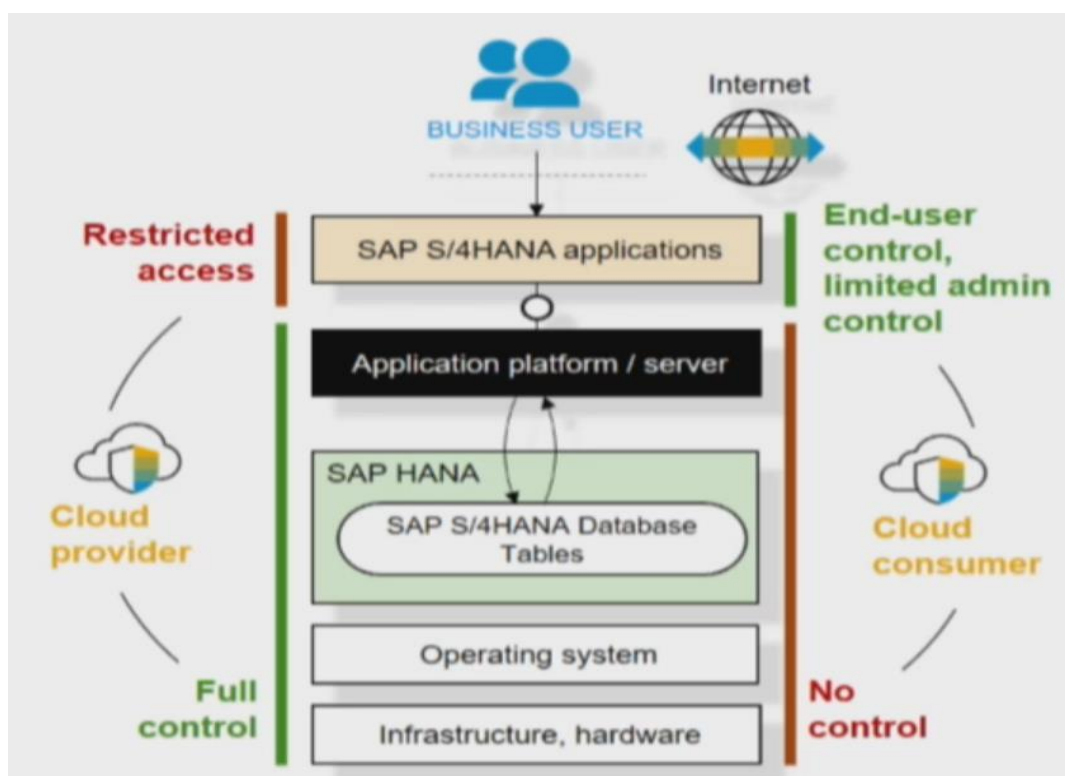
větším počtu uživatelů se ceny za jednotku snižují. Koncovou cenu také ovlivňují add-on moduly, které lze do základního balíku přidat. (JOLTON, M. a Yosh, E., 2017).

### **3.4.3 Přístup ke cloudu a bezpečnost**

Zákazník k SAP S/4 HANA Cloud přistupuje přes webové rozhraní SAP Fiori. SAP Fiori je moderní rozhraní, které bylo vydáno v roce 2013. Tradiční SAP systémy měly velmi komplikované a neintuitivní uživatelské prostředí. SAP Fiori slouží jako vstupní brána do SAP S/4 HANA Cloud a umožňuje další navigaci a přístup k webovým aplikacím S/4 HANA Cloudu. Samozřejmostí je možnost připojení z tabletu nebo chytrého telefonu. Přístup do cloudu je zabezpečený IAM (Identity and Access Management) rozhraním, které autentizuje zákaznickovy uživatele. Přístup je řízen podle rolí, které jsou danému uživateli přiřazeny. Role pak dovolují uživateli přistupovat pouze k aplikacím, ke kterým je oprávněn a spouštět a ovládat jen ty úlohy, u nichž má dostatečná oprávnění. (JOLTON, M. a Yosh, E., 2017).

Fyzický HW pro běh SAP S/4 HANA Cloud může být sdílen mezi více zákazníky. Podniková data jsou však vždy izolovaná a striktně separovaná. Ani samotný poskytovatel nemá přístup na aplikační úroveň zákaznickova SW. Veškerá správa infrastruktury i databáze je samozřejmě na poskytovateli. Zákazník nemá k back-end rozhraní přístup. To je v rámci dodávání SaaS služeb přirozené. Obázek 3.13 ukazuje, jakou část SaaS infrastruktury spravuje poskytovatel a kde má přístup zákazník. Zákaznickova data jsou uložena na redundantních úložných zařízeních a jsou pravidelně zálohována. Ochrana dat podléhá auditům a certifikacím třetích stran a je v souladu s veškerými legislativními normami, GDPR a průmyslově specifickými požadavky. Dostupné jsou třeba funkce pro automatické mazání nebo blokování osobních údajů. (ERP CLOUD, 2019).

Obr. 3.13 Srovnání přístupu poskytovatele a zákazníka



Zdroj: EVENTS.SAP.COM

### 3.4.4 Rychlost nasazení systému

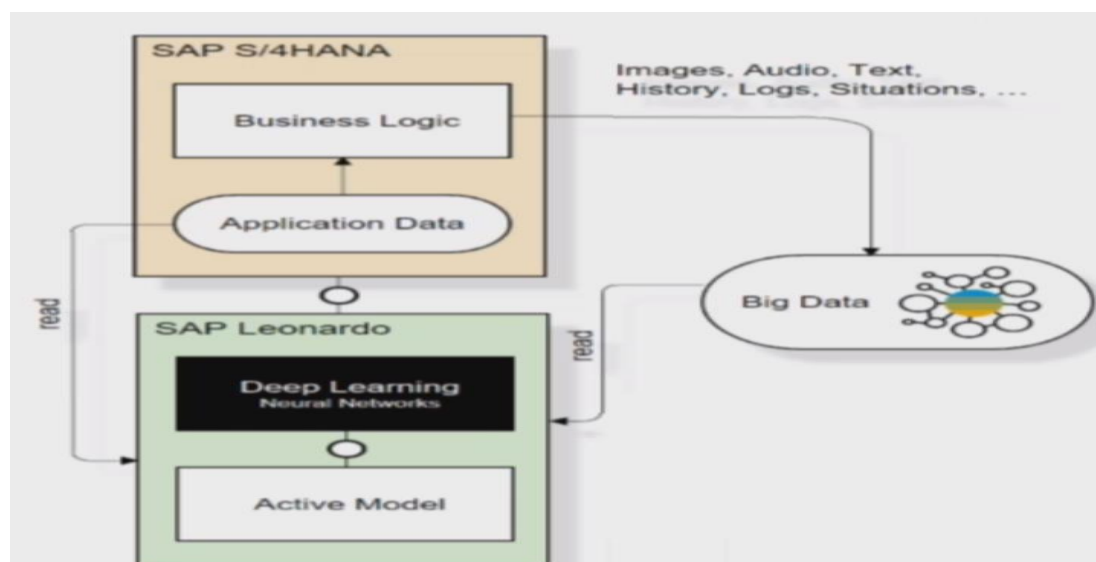
Nasazení SAP S/4 HANA Cloud řešení obecně trvá řádově týdny v porovnání s budováním SAP on-premise řešení, která se nasazují v horizontu měsíců, někdy i let. Intuitivní uživatelské rozhraní (podobné internetovému prohlížeči) umožňuje také mnohem rychlejší adaptaci pro uživatele, kteří mohou začít řešení používat po absolvování několika jednoduchých školicích modulů. Rychlost nasazení je podpořena předkonfigurovanými firemními procesy, které odrážejí standardní nastavení vycházející z dlouholetých zkušeností firmy SAP s dodáváním ERP SW. Uživatel při prvním spuštění odpoví na sérii otázek, podle kterých je pak nastaven uživatelský profil, aniž by musel trávit hodiny až dny nastavováním rozhraní podle business potřeb jeho uživatelské role (jak bývá zvykem u tradičních řešení). Uživatelova role je integrovaná do firemního procesu, uživatel vidí, jaké má u daného procesu zodpovědnosti a podle toho je v informačním systému uživateli nastaven přístup k jednotlivým funkcím. (JOLTON, M. a Yosh, E., 2017).

### 3.4.5 Inteligentní ERP

SAP S/4 HANA Cloud zpřístupňuje dva způsoby pro inteligentní analýzu dat. První možností je vnořená prediktivní analýza v SAP HANA DB. SAP HANA obsahuje knihovnu aplikačních funkcí PAL – Predictive Analysis Library. Tato knihovna definuje funkce, které lze volat při aplikaci SAP HANA SQL scriptu. Tyto funkce obsahují analytické algoritmy pro deset kategorií data miningu (např. regresní analýzy, asociační pravidla, časové řady, statistické analýzy, doporučovací systémy, analýzy sociálních sítí, atd.). PAL knihovna obsahuje i základní algoritmy pro strojové učení, díky tomu může být predikce založena na dynamicky se vyvíjejících modelech. (SAP HELP PORTAL, 2019).

Druhou možností aplikace inteligentní analýzy je integrace se systémem SAP Leonardo. Tento produkt pracuje s technologiemi umělé inteligence, strojového učení, analýzy a predikce aplikované na Big Data, blockchain a internetu věcí. Systémy umělé inteligence jsou schopny například rozpoznat text, obrázky nebo audio záznamy. Příkladem aplikace je SAP Cash Application pro SAP S/4 HANA, která pomocí rozpoznání textu automatizuje procesování plateb z přijatých faktur. Obrázek 3.14 ukazuje architekturu systému SAP Leonardo.

Obr. 3.14 Architektura produktu SAP Leonardo



Zdroj: EVENTS.SAP.COM

### **3.5 SAP HANA Cloud Platform**

SAP HANA Cloud Platform (SAP Cloud Platform, HCP) je PaaS řešení, které zákazníkům dovoluje vyvíjet nové aplikace nebo vylepšovat aplikace stávající. HCP umožňuje přístup k SAP HANA databázi a k obsáhlým řešením a nástrojům pro vývoj JAVA aplikací. Tyto aplikace může zákazník využívat pro vlastní podnikání, případně je i prodávat v SAP Store. SAP HCP přináší stejné benefity jako spousta dalších PaaS řešení. Zákazník nemá žádné investiční náklady, protože SAP HANA DB je umístěna v cloudu poskytovatele. Náklady na nákup serverů a licencí jsou rovněž eliminovány. SAP nebo jiný certifikovaný dodavatel (Microsoft, IBM, Google, atd.) je zodpovědný za údržbu a správu SAP HANA databáze a také zbytku platformy a HW infrastruktury. Dodavatel je také zodpovědný za veškeré updaty a patche, ochranu dat a bezpečnost komunikačních kanálů. Existující on-premise nebo cloudová řešení od SAP nebo jiných poskytovatelů lze se SAP HCP integrovat. SAP k tomuto účelu dodává řadu integračních nástrojů a adapterů ke komunikaci s aplikacemi běžících na jiných platformách. (BÖGELSACK, A., 2016).

#### **3.5.1 Bezpečnost dat v SAP HCP**

Bezpečnostní standardy a ochrana dat je v rámci SAP HCP na vysoké úrovni, stejně jako u předešlých popisovaných řešení. SAP HCP je certifikovaná ISO 27001 (management bezpečnosti informací). Všechny aplikace běží separovaně v tzv. application sandbox. K datům lze přistupovat pouze skrz API, které jsou chráněny autorizací pro jednotlivé uživatele. Všechny uživatelské akce jsou zaznamenávány a ukládány, aby bylo možné zpětně sledovat, který uživatel způsobil tu kterou změnu. Data jsou ukládána a šifrována enkrytovacími algoritmy, jako jsou AES, RSA, SHA-256. Přenos dat probíhá přes HTTPS protokol. V neposlední řadě je zavedena ochrana proti SQL skriptovacím útokům a SQL injections. (BÖGELSACK, A., 2016).

#### **3.5.2 SAP HCP edice**

SAP HCP je dodávána v různých edicích, které se liší velikostí výpočetních zdrojů a velikostí datového úložiště. Obecně platí, čím je aplikace komplexnější, tím větší velikost RAM by měl zákazník zvolit. Pro nejrychlejší způsob implementace a za účelem

testování je také možné zvolit trial verze. Následující popis jednotlivých edicí vychází z textu z roku 2016. Je tedy možné, že některé informace jsou již aktualizované.

### **Developer edition**

Developer edition poskytuje bezplatnou sdílenou instanci SAP HANA DB. SAP HANA instance tedy není pro jednotlivého zákazníka exkluzivní. Všechny edice nabízí vývojové nástroje jako jsou Eclipse, SAP Web IDE for JAVA, SAP HANA XS Engine a HTML5. Výpočetní zdroje jsou u developerské edice značně omezené. Sdílená databázová instance poskytuje 1 CPU a 2 GB RAM. Zákazník může ukládat pouze 1 GB dat. Možnosti připojení do cloudu jsou také omezené. Tato edice umožňuje integraci pouze se SAP aplikacemi. Integrovat lze dvě SAP aplikace. Aplikační podpora není dodávána. Tato edice je vhodná pouze pro seznámení s SAP HCP prostředím bez nutnosti nákladů a smluvních obligací. Pokud chce zákazník aplikace provozovat v produkci, případně aplikace prodávat v SAP Marketplace, musí zvolit některou z následujících edicí. (BÖGELSACK, A., 2016).

#### **a) Starter edition**

Starter edice umožňuje přístup k HANA DB, která je zákazníkovi dedikovaná. Výpočetní výkon pro vývoj aplikací v této edici zahrnuje 4 CPU jádra, 4 GB RAM a 32 GB úložného prostoru. Starter edition je již vhodná k vývoji robustních SAP aplikací nebo k programování doplňků ke stávajícím SAP aplikacím i aplikacím mimo SAP portfolio. Cena Starter edition začíná na 507 dolarech měsíčně (lze využívat více uživateli). (BÖGELSACK, A., 2016).

#### **b) Small Business Packages Edition**

Hlavní uplatnění této edice je vývoj doplňků pro již existující SAP aplikace a aplikace od jiných firem. Za tuto edici se platí poplatek za uživatele za měsíc (25 dolarů). Na rozdíl od Developer a Starter edicí zahrnuje tato edice přístup k podpoře od firmy SAP. Tato edice přináší výpočetní výkon 4 CPU jader, 8 GB RAM pro každé jádro a 120 GB úložného prostoru v cloudu. (BÖGELSACK, A., 2016).

#### **c) Enterprise Package Edition**

Cena této edice začíná na 1257 dolarů za měsíc a je vhodná pro vývoj robustních JAVA aplikací nebo SAP HANA aplikací vyvíjených v enginu SAP HANA XS. Enterprise

edice nabízí 4 CPU jádra, pro každé jádro 6 až 10 GB RAM a zahrnuje podporu od firmy SAP. (BÖGELSACK, A., 2016).

### **3.5.3 Integrace SAP HANA Cloud Platform**

SAP HCP lze integrovat mnoha způsoby se SAP aplikacemi i jinými aplikacemi, které běží na různých platformách. SAP HCP lze nasadit jako hybridní cloud ve spojení s jinými cloud řešeními (SAP i jiné) nebo s řešeními on-premise. Existuje celá řada scénářů, jak integraci provést. Ať již se jedná o integraci application-to-application (A2A) nebo business-to-business (B2B). Se SAP HCP lze komunikovat více způsoby. Integraci lze provést díky veřejným APIs, lze také využít SDK (Software Development Kit) adaptéry, které mohou být také modifikovány za účelem specifických potřeb konektivity k vlastním aplikacím. Všechny způsoby integrace jsou velmi dobře zabezpečené, jak již bylo popsáno v kapitole 3.5.1. (SAP.CLOUDPLATFORM, 2019).

## 4. Typové příklady

V této kapitole budou představeny způsoby implementace cloudových řešení postavených na SAP produktech. Kapitola se bude zabývat typovými příklady nasazení pro modelové podniky a budou v ní shrnuty přínosy jednotlivých řešení a porovnání s tradičním nasazením ve vlastních datových centrech nebo s ostatními typy možných cloudových služeb.

### 4.1 Korporátní nasazení s využitím SAP HEC

Navrhované řešení pro implementaci SAP HEC infrastruktury vychází (ale je značně modifikováno) ze skutečného příkladu globálně působící americké firmy, která se zabývá výrobou domácích spotřebičů. Cílem organizace je ukončit provoz svých datových center a ICT infrastruktury a tyto služby provozovat u jiné organizace s využitím IT outsourcingu. Projekt migrace zahrnoval a stále zahrnuje robustní SAP landscapes s celou řadou typů informačních systémů a podnikových aplikací pro provozy v Americe, Evropě a Asii. V této kapitole bude představen pouze jeden systém pro výrobní provoz v Německu.

#### 4.1.1 Požadavky zákazníka

Zákazník má následující požadavky:

- IT outsourcing,
- celosvětově působící stabilní dodavatel,
- zákazník preferuje nasazení v cloudu, nevyžaduje cloud soukromý,
- migrace stávajícího SAP ERP systému na SAP S/4 HANA,
- ERP landscape pro vývoj, quality assurance a produkční prostředí,
- produkční prostředí s využitím high availability clusteru,
- produkční prostředí s nasazením ochrany proti pohromám,
- dostupnost infrastruktury nejméně 99,5 %.

#### 4.1.2 Návrh řešení

Jako dodavatel infrastruktury pro SAP HEC byla vybrána společnost IBM. Zákaznickovy systémy poběží na infrastruktuře veřejného cloudu ve dvou datacentrech kvůli splnění požadavku ochrany proti pohromám. Databázové servery SAP HANA budou nasazeny na HW appliance, které budou dedikovány pouze zákazníkovi. Databáze bude nasazena v rámci modelu „multiple components on one system“ (více DB schémat na jednom DB serveru komunikujících s více aplikačními servery) na certifikovaných SAP HANA appliance od firmy Lenovo. Operační systém pro HANA DB servery bude linuxová distribuce od firmy SUSE – SUSE Linux Enterprise Server for SAP Applications (SLES). Aplikační servery poběží na linuxové distribuci Red Hat Enterprise Linux (RHEL). Aplikační servery jsou nasazeny nad VMware hypervizorem vSphere 6.0. Virtuální disky aplikačních serverů využívají back-end Storage Area Network (SAN), která je postavena na optické infrastruktuře (komunikace postavena na protokolu Fibre Channel).

Tabulka 4.1 představuje návrh řešení pro ERP aplikace, SID (unikátní identifikace SAP systému) pro vývoj, quality assurance, produkční systém a produkční systém disaster recovery. DR systém je lokalizován v datacentru ve Francii, ostatní systémy jsou lokalizovány v Německu.

**Tab. 4.1 Návrh řešení pro ERP landscape**

SID	APP/DB	Typ systému	OS	IP adresa	Hostname
SHD	HANA DB	Vývoj	SLES	10.177.71.5	HOSTNAME 1
	Aplikace		RHEL	10.177.71.7	HOSTNAME 2
SHQ	HANA DB	QA	SLES	10.177.71.25	HOSTNAME 3
	Aplikace		RHEL	10.177.71.17	HOSTNAME 4
SHP	HANA DB	Produkce	SLES	10.177.94.136	HOSTNAME 5
	HANA DB (HA)		SLES	10.177.94.180	HOSTNAME 6
	HANA DB (HA)		SLES	10.177.94.182	HOSTNAME 7
	Aplikace 1		RHEL	10.177.94.145	HOSTNAME 8
	Aplikace 2		RHEL	10.177.94.151	HOSTNAME 9
SHP/DR	Aplikace 3	Produkce DR	RHEL	10.177.94.153	HOSTNAME 10
	HANA DB (DR)		SLES	10.177.33.141	HOSTNAME 11
	Aplikace 1 (DR)		RHEL	10.177.33.144	HOSTNAME 12
	Aplikace 2 (DR)		RHEL	10.177.33.160	HOSTNAME 13
	Aplikace 3 (DR)		RHEL	10.177.33.161	HOSTNAME 14

Zdroj: Vlastní zpracování



Návrh produkčního systému zahrnuje scale-out cluster tří databázových serverů. Cluster obsahuje jednu aktivní HANA instanci a dva pasivní high availability (HA) systémy. Tyto systémy replikují všechny instrukce, které jsou spuštěny v aktivní databázi a mohou se po manuální intervenci stát systémem primárním, pokud by aktivní databázový server měl poruchu.

Tabulka 4.2 popisuje konfiguraci a volbu HW pro HANA appliance. Jak bylo zmíněno v předešlém textu, HANA DB servery běží na fyzickém serveru bez využití virtualizace.

**Tab. 4.2 Typ, model a konfigurace databázových serverů**

Výrobce	Typ-model	RAM (GB)	CPU sloty	CPU jádra	Hostname
Lenovo	7147-HBU	256	2	20	HOSTNAME 1
Lenovo	3837-HCG	2048	8	120	HOSTNAME 3
Lenovo	6241-AC4	4096	8	144	HOSTNAME 5
Lenovo	6241-FT4	4096	8	144	HOSTNAME 6
Lenovo	6241-AC4	4096	8	144	HOSTNAME 7
Lenovo	3837-HDG	2048	8	120	HOSTNAME 11

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 4.3 ilustruje konfiguraci virtuální CPU a virtuální RAM pro aplikační servery a velikost rezervovaného datového úložiště. Všechny instance aplikačních serverů mají nainstalován SW SAP S/4 HANA. Virtuální aplikační servery běží na HW sdíleném s více zákazníky.

**Tab. 4.3 Konfigurace aplikačních serverů**

Hypervizor	vRAM (MB)	vCPU jádra	Úložiště (GB)	OS	Hostname
vSphere 6.0	16384	4	516	RHEL 6.9	HOSTNAME 1
vSphere 6.0	65536	8	499	RHEL 6.9	HOSTNAME 4
vSphere 6.0	131072	16	3272	RHEL 6.7	HOSTNAME 5
vSphere 6.0	131072	16	556	RHEL 6.7	HOSTNAME 6
vSphere 6.0	131072	16	541	RHEL 6.7	HOSTNAME 7
vSphere 6.0	131072	16	2142	RHEL 6.8	HOSTNAME 12
vSphere 6.0	131072	16	546	RHEL 6.8	HOSTNAME 13
vSphere 6.0	131072	16	599	RHEL 6.8	HOSTNAME 14

Zdroj: Vlastní zpracování

### **4.1.3 Přínosy a porovnání prvního typového příkladu**

První typový příklad představuje nasazení ERP v cloudu pro kritické korporátní systémy s několika možnostmi ochrany proti selhání. Velkým přínosem je možnost vybudování řešení pro disaster recovery mezi dvěma státy, což by bylo pro zákazníka jinak velmi nákladné. SAP HANA Enterprise Cloud je nejvhodnější pro střední a velké podniky, které chtějí ušetřit za provoz IT infrastruktury a chtějí využít outsourcingu od firem jako SAP, IBM, Microsoft, atd. Robustní informační systémy je vhodnější nasadit na modelu IaaS, kdy má zákazník větší přehled o konfiguraci infrastruktury, má dohled nad back-end i front-end rozhraními a má výběr z širšího portfolia aplikačního SW. U modelu SW jako služba (S/4 HANA Cloud) je celá aplikace čtvrtletně updatována a dodávána s novými funkcemi (povinně), což je na jednu stranu výhodné, ale pro stabilní běh velkých informačních systémů to nemusí být dlouhodobě vhodné. Jak bylo také zmíněno v kapitole o S/4 HANA Cloud (SaaS), některé funkce informačního systému jsou omezené a různé průmyslově specifické funkce nejsou vůbec k dispozici. Výhodou jsou také předvídatelné a lehce kontrolovatelné náklady za IT outsourcing cloudového řešení. V porovnání s modelem on-premise zákazníkovi odpadá celá řada nákladů na instalaci a správu infrastruktury a může svůj čas a prostředky věnovat více svému podnikání.

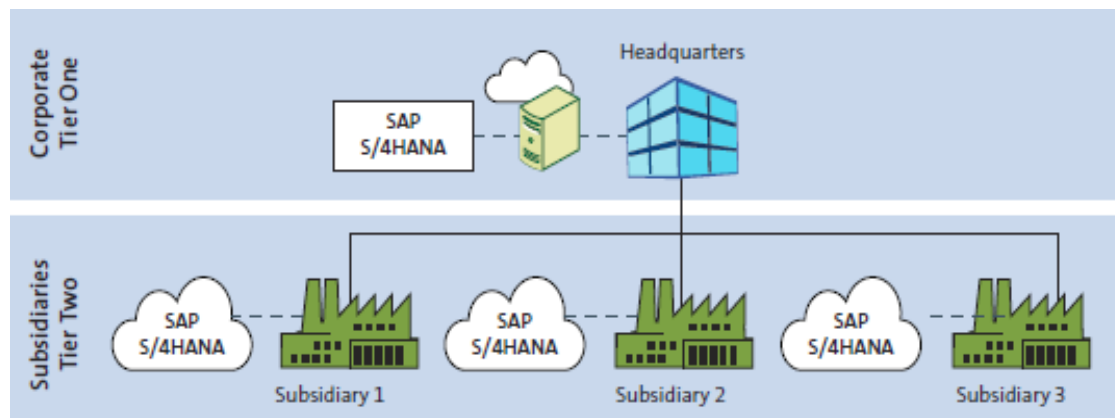
## **4.2 Hybridní model nasazení, víceúrovňový informační systém**

Druhý typový příklad bude představovat hybridní model nasazení cloudových řešení s využitím modelu SW jako služba. Pro mnoho společností, které v současnosti využívají řešení od firmy SAP je hybridní způsob nasazení přirozeným prvním krokem, jak cloudová řešení implementovat a jak si vyzkoušet, co cloudový přístup může nabídnout. Pro většinu firem by z pohledu vedení společnosti bylo také pravděpodobně neprůchozí, aby fungující informační systémy nasazené on-premise najednou celé nahradili cloudovým SaaS řešením.

Hybridní způsob nasazení je velmi vhodný pro víceúrovňové informační systémy. První úroveň IS (např. ERP) je centrální informační systém celého podniku. Tento systém sbírá data z lokálních satelitních provozoven (např. výrobní haly, prodejny, lokální účetní nebo personální systémy apod.) a vystupuje jako hlavní IS firmy s podporou modulů pro taktické a strategické řízení celé společnosti. Druhou úroveň ERP tedy vytváří IS pro

lokální provozovny, kanceláře, výrobní haly, atd. Obrázek 4.4 zobrazuje diagram dvouúrovňového informačního systému. Ředitelství firmy používá IS první úrovně (Tier One / Corporate Tier One), který běží na on-premise SAP S/4 HANA. Subsidiární informační systémy druhé úrovně běží na SAP S/4 HANA Cloud a jsou využívány v místních provozovnách nebo továrnách. V následujícím textu bude představen hypotetický typový příklad.

**Obr. 4.4 Diagram dvouúrovňového informačního systému**



Zdroj: JOLTON, M, 2017

#### 4.2.1 Požadavky zákazníka

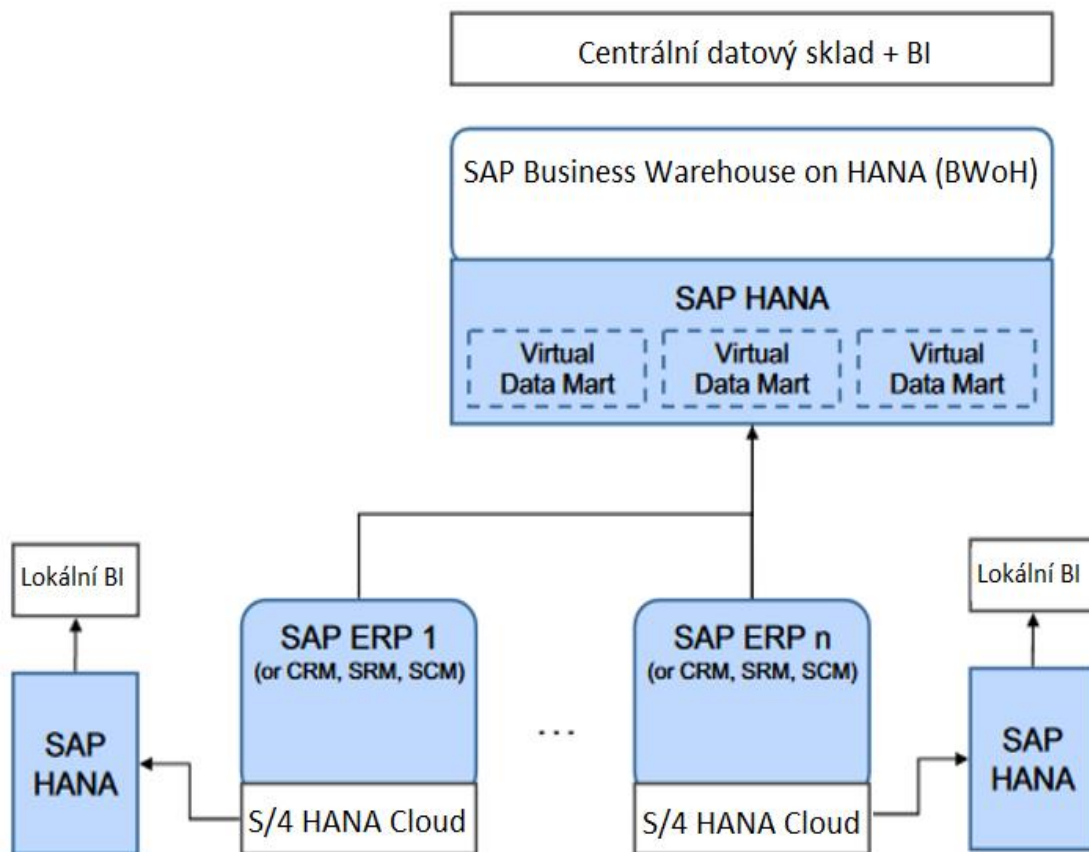
Zákazník chce vybudovat centrální datový sklad, který operuje na první úrovni podnikového informačního systému. Datový sklad bude sbírat data z lokálních provozoven a využívat modulů business inteligence (BI) pro analýzu, reportování a plánování. Lokální provozovny budou s podporou SAP HANA využívat BI pro OLAP procesy podporující operativní řízení a kontrolu provozovny.

#### 4.2.2 Návrh řešení

Návrh řešení vychází z předešlého textu a diagramu na obrázku 4.2. Centrální datový sklad (aplikace SAP Business Warehouse on HANA) je nasazen on-premise v prostorách zákazníka. Možná je rovněž budoucí migrace na IaaS SAP HEC, pokud se osvědčí využívání cloudových služeb pro lokální provozovny. Místní výrobní závody budou mít IS nasazen na SAP S/4 HANA Cloud. Jak bylo popsáno v kapitole 3.4.1, SAP S/4 HANA Cloud integruje všechny základní podnikové procesy. Do centrálního datového skladu je

možné zasílat informace o lokálních nákupech, prodejkách, personalistice, účetnictví a dalších informacích z logistického řetězce. Obrázek 4.5 zobrazuje návrh informačního systému.

**Obr. 4.5 Schéma informačního systému**



Zdroj: LENOVPRESS.COM (obrázek upraven vlastním zpracováním)

#### 4.2.3 Přínosy a porovnání druhého typového příkladu

Hlavním přínosem představeného typového příkladu je standardizace IT procesů ve všech satelitních provozovnách společnosti. Firmy, které mají hodně lokálních provozoven, často v jiných státech nebo dokonce kontinentech, mohou mít problém nastavit firemní IT procesy tak, aby umožňovaly efektivní vzájemnou integraci a kompatibilitu. Každá další lokální obchodní jednotka může nasadit novou instanci S/4 HANA Cloud a bude mít v horizontu týdnů přístup do stejného standardního informačního prostředí s žádnou nebo minimální potřebou další konfigurace. Zákazník má také možnost do celého systému integrovat SAP HANA Cloud Platform. V tom případě bude mít přístup

k vývojovému prostředí a může pro specifické potřeby svého podnikání vytvářet nové firemní aplikace, které budou okamžitě k dispozici pro všechny provozovny. Velkým přínosem je také vzájemná kompatibilita s centrálním informačním systémem. Všechny systémy využívají SAP HANA DB, tím pádem je garantován stejný design tabulek a datových modelů. Díky tomu budou přístupové časy ke všem informacím nesrovnatelně rychlejší oproti systému, který používá kombinaci více technologií, SW, dodavatelů, atd. Zřejmé jsou také výhody ve srovnání s tradičním způsobem nasazení IT. Hlavním přínosem je naprostá eliminace výstavby a správy vlastních IT infrastruktur pro lokální provozovny. Firma nemusí zaměstnávat celou řadu odborníků, kteří by se museli starat o fyzické prostory, HW, instalaci SW, update SW, konfiguraci SAP systémů, atd.

### **4.3 S/4 HANA Cloud pro malé firmy**

Předchozí typové příklady byly zaměřené hlavně na střední a velké podniky s geograficky širokým polem působnosti. Cloudová řešení od firmy SAP lze nasadit i u podniků podstatně menších. V tomto případě je jedna z možných variant aplikace S/4 HANA Cloud. SAP nabízí i jiné produkty, které nejsou v této práci popsány, jelikož nejsou primárně integrovány se SAP HANA technologií (např. SAP Business One, SAP Business ByDesign). V následujícím textu bude popsán hypotetický typový příklad implementace SaaS řešení pro menší firmu.

#### **4.3.1 Požadavky zákazníka a návrh řešení**

Zákazník provozuje menší regionální síť maloobchodního řetězce. Zaměstnává 60 lidí, kteří působí v 12 prodejnách. Doposud firma řešila evidenci zboží, zásob, skladové hospodářství a další firemní procesy manuálně na papíře a v tabulkových procesorech. Tato metoda se již stala neúnosná vzhledem k růstu firmy a rozšiřování počtu provozoven. Zákazník chce vybudovat informační systém s podporou základních podnikových procesů (zejména nákup, prodej, skladové hospodářství, řízení financí, personalistika a správa dodavatelského řetězce). Zákazník nechce investovat peníze do HW ani SW a nechce platit specialisty, kteří by se starali o instalaci, údržbu a správu IS.

Popsané požadavky zákazníka jednoznačně ukazují na možnost využití cloudových služeb v modelu SW jako služba. Řešení od firmy SAP umožňují přístup k předkonfigurovanému ERP systému podle nejlepších historických zkušeností

s nastavováním a potřebami zákazníků. Zákazník si tedy zvolil jako ERP systém svého podniku SAP S/4 HANA Cloud.

#### **4.3.2 Přínosy a porovnání třetího typového příkladu**

V popisovaném typovém příkladu samozřejmě nepřipadá v úvahu uvažovat o řešeních na bázi IaaS. Využívání a integrace se SAP HANA Cloud Platform je také vyloučena. Nepředpokládá se, že by si zákazník pro tento typ podnikání chtěl vyvíjet vlastní aplikace. Zákazník také vylučuje vlastní provozování informačního systému, tedy jediná možná varianta zůstává model SaaS. S aplikací SAP S/4 HANA Cloud dostane zákazník nejmodernější SaaS produkt od firmy SAP s mnoha analytickými a reportovacími funkcemi postavenými na SAP HANA technologii. Otázkou je, zda pro tento typ a velikost podnikání je SAP S/4 HANA Cloud vhodná volba. Podle firmy SAP je S/4 HANA Cloud nejvíce vhodný pro firmy s 1500 a více zaměstnanci. SAP ale dodává, že už firmy nad 20 zaměstnanců začínají pociťovat nutnost nákupu SW a budování IS. (JOLTON, M. a Yosh, E., 2017). Pro tento typ podnikání by však bylo pravděpodobně výhodnější uvažovat o ERP řešeních vyvíjených pro malé podniky, jako je např. již zmiňovaný produkt SAP Business One, který je rovněž dostupný v modelu SaaS. Tento produkt je také více modulární a zákazník má možnost platit jen za ty moduly, které skutečně vyžaduje. V případě volby SAP S/4 HANA Cloud musí zákazník zvážit, zda v současnosti nebo budoucnosti využije všechny moderní funkce IS a zda je pro něj přijatelná cena okolo 5000 Kč měsíčně za jednoho uživatele (viz kapitola 3.4.1). Obecně je ale SaaS řešení pro menší typ firem velmi vhodnou volbou. Zákazník má k dispozici informační systém ve velmi krátké době, díky jednoduchému platebnímu modelu (uživatel za měsíc) může také dobře kontrolovat cenu za dodávané SW řešení bez skrytých vedlejších nákladů.

## 5. Vyhodnocení typových příkladů

Po přečtení čtvrté kapitoly je více patrné, u jakých typů firem je vhodné uvažovat o nasazení cloudových řešení postavených na SAP HANA technologii. IaaS model SAP HEC je určen primárně pro větší firmy, které přemýšlejí o digitální transformaci své stávající podnikové informatiky. SAP HEC nabízí infrastrukturu, která dokáže hostovat robustní informační systémy s vysokými nároky na výkon, stabilitu a redundanci. Typový příklad pro nasazení SAP HEC záměrně představoval firmu, která se zabývá výrobou a distribucí domácích spotřebičů. Řešení SAP HEC je právě nejčastěji využíváno firmami ze sektoru výroby a prodeje spotřebního zboží. Jedná se o výrobní podniky a sektor velkoobchodu a maloobchodu, což jsou odvětví typická z pohledu implementace a řízení logistických procesů v logistických řetězcích daných firem. Firmy působící v regulovaných odvětvích jako je např. farmaceutický průmysl, bankovní a finanční služby, energetický průmysl aj. často odmítají podnikovou informatiku přesouvat na cloudovou infrastrukturu provozovanou externím poskytovatelem. (DIGINOMICA.COM, 2019). Přesto, že poskytovatelé kladou velký důraz na ochranu a bezpečnost dat, jak bylo v předešlém textu práce několikrát popisováno (např. v kapitolách 3.4.3, 3.5.1).

Druhý typový příklad popisoval hybridní nasazení cloudových řešení v kombinaci s nasazením on-premise. Tento příklad byl opět vybrán záměrně, aby ilustroval moderní trendy na poli podnikové informatiky. Hybridní řešení, ať už kombinace on-premise a cloud nebo kombinace více cloudových poskytovatelů (případně více cloudových modelů v rámci jednoho poskytovatele), jsou v současnosti velice populární. Zákazník má možnost vyčlenit do cloudu jen část svého IT portfolia a kritické podnikové systémy mohou zůstat v jeho vlastní správě. To zákazníkovi přináší velkou flexibilitu. Představené řešení vycházelo z ideálního případu, kdy byl hybridní model optimálně kompatibilní. SAP S/4 HANA Cloud sdílí s on-premise SAP S/4 HANA většinu kódu, ve kterém jsou obě aplikace napsány. To umožňuje stabilní chod víceúrovňového informačního systému. Velkou výhodou, jak již bylo popsáno v kapitole čtvrté, je konsolidace a standardizace IT procesů pro všechny provozy a možnost analýzy všech provozů v reálném čase (na první úrovni IS) díky IS nasazeném na SAP HANA technologii.

Třetí typový příklad představoval možnosti nasazení S/4 HANA Cloud pro malý podnik. V dnešní době je využívání SaaS řešení stále více populární. Pro malé podniky SaaS přináší možnosti, jak se vyhnout nákladům a času stráveným provozem a správou firemního HW a SW. Typový příklad popisoval firmu, která je relativně malá na to, aby se jí vyplatilo IS vybudovat na řešení S/4 HANA Cloud. SAP ovšem deklaruje, že v budoucnosti by měl být tento produkt více dostupný i pro menší podniky. SAP do budoucna plánuje, že veškerá ERP řešení budou využívat platformu SAP HANA. V současné době je konec podpory starších ERP produktů stanoven na rok 2025. (CBRONLINE, 2019).

V neposlední řadě je nutné zmínit finanční aspekty všech představených cloudových řešení. Tato práce se nezabývala konkrétními finančními parametry představovaných cloudových služeb, jelikož tyto informace nejsou jednoduše dostupné. Každé řešení je předmětem individuální nabídky. Z praxe je ale patrné, že stále více firem cloudová řešení využívá. Velcí poskytovatelé cloudových řešení mohou na zákazníka přenést výhody modelu „economy of scale“. Firmy jako SAP, IBM, Google nebo Microsoft provozují desítky datových center po celém světě a mají výhodné smlouvy s dodavateli komponent pro HW a SW infrastrukturu (případně využívají celou řadu technologií vlastních). Jiné firmy nebo jednotlivci nedosáhnou na ceny, které jsou pro velké poskytovatele cloudových infrastruktur dostupné. Stejně tak je důležité zmínit zkušenosti s budováním a správou těchto infrastruktur. Dlouholetá praxe a zkušenosti zaměstnanců umožňují snížit náklady na instalaci a provoz infrastruktury. Všechny tyto úspory mohou být v důsledku přeneseny na koncovou cenu poskytovaných cloudových služeb. Tato cena bude pravděpodobně vždy výhodnější ve srovnání s náklady na provozování podnikové IT infrastruktury zákazníkem samotným. (BÖGELSACK, A., 2016).

#### **Sumarizace hlavních přínosů pro první typový příklad:**

- výkonná infrastruktura v cloudu,
- žádné kapitálové náklady a značné omezení operativních nákladů za provoz IT infrastruktury,
- disaster recovery mezi dvěma státy,
- možnost dynamické škálovatelnosti – scale up i scale out,
- předvídatelné a lehce kontrolovatelné náklady za provoz IT infrastruktury,
- možnosti v cloudu (viz kapitola 3.3.4),



**Sumarizace hlavních přínosů pro druhý typový příklad:**

- pro IS druhé úrovně: žádné kapitálové náklady a značné omezení operativních nákladů za provoz IT infrastruktury,
- rychlost nasazení SaaS modelu,
- standardizace a konsolidace IT procesů,
- kompatibilita mezi úrovněmi IS,
- podniková business intelligence postavená na SAP HANA.

**Sumarizace hlavních přínosů pro třetí typový příklad:**

- žádné kapitálové náklady,
- rychlost nasazení SaaS modelu,
- žádné starosti s chodem a update SW,
- předvídatelné a lehce kontrolovatelné náklady.

## Závěr

Tato bakalářská práce představila možnosti využití cloudových řešení k nasazení podnikových informačních systémů a logistických aplikací. Metodika práce spočívala nejprve v popisu technologických a ekonomicko-provozních aspektů cloudových řešení dodávaných s podporou produktů firmy SAP a technologií dalších firem. Obsah třetí kapitoly byl z větší části vybrán tak, aby už při popisu jednotlivých cloudových služeb byly vyzdvíženy dílčí přínosy nasazení podnikových systémů v cloudu. Výhody ekonomicko-provozní jako např. rychlost implementace a srozumitelný způsob úhrady za služby. Rovněž výhody technického rázu spojené s technologiemi dostupnými při využívání cloudových virtualizovaných systémů.

Metodický postup práce dále spočíval v aplikování popsaných řešení a technických prvků cloudových služeb na typových příkladech. Popsané příklady ilustrují konkrétní přínosy při využívání cloudových řešení.

Možností přístupu k vypracování tohoto tématu se díky obsáhlosti a složitosti dané problematiky nabízelo mnoho. Vybral jsem si způsob, který se snažil pokrýt co nejvíce prvků jak technologických, tak prvků zohledňující další důležité parametry, které je třeba zvážit při rozhodování k využívání cloudových služeb. Myslím, že tato bakalářská práce na konkrétních příkladech i v obecné rovině potvrdila přínos cloudových služeb pro chod informačních systémů podporujících logistické procesy firmy. Koneckonců je to právě realita dnešního světa informačních a komunikačních technologií, která potvrzuje jednoznačný trend přesunu značného podílu podnikové informatiky na cloudové služby. V případě, že budu v budoucnu vypracovávat diplomovou práci, která bude toto téma dále rozvíjet, bylo by vhodné využít specifických vědeckých metod k důkladnějšímu porovnání a potvrzení přínosů cloudových řešení. Bylo by zajímavé zkusit porovnat kritéria budování a provozu identických informačních systémů v modelu on-premise (v zákaznickově režii) oproti modelu s využitím outsorcovaných cloudových řešení.

# Soupis bibliografických citací

## Odborná literatura

BAUMGARTL, Axel a Devraj BARDHAN. *SAP S/4HANA: an introduction*. 3rd edition. Bonn: Rheinwerk Publishing, 2018. ISBN 978-1-4932-1776-2.

BÖGELSACK, André. *Operating SAP in the cloud*. Boston: Rheinwerk Publishing, 2016. ISBN 978-1-4932-1223-1.

GROS, I., BARANČÍK, I., ČUJAN, Z.: *Velká kniha logistiky*. VŠCHT Praha, 2018. 512 s. ISBN 978-80-7080-952-5.

JOLTON, Michael a Yosh EISBART. *SAP S/4HANA Cloud: use cases, functionality, and extensibility*. Boston: Rheinwerk Publishing, 2017. ISBN 978-1-4932-1595-9.

JOLTON, M. *Logistics with SAP 4/HANA*. Boston: Rheinwerk Publishing, 2017. ISBN 978-1-4932-1589-8.

SODOMKA, Petr a Hana KLČOVÁ. *Informační systémy v podnikové praxi*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-2878-7.

VELTE, Anthony T., Toby J. VELTE a Robert C. ELSERPETER. *Cloud Computing: praktický průvodce*. Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-3333-0.

VYMĚTAL, D.: *Informační systémy v podnicích: teorie a praxe projektování*. Grada 2009. 144 s. ISBN 978-80-247-3046-2.

## Elektronické zdroje

BUSINESSIT.CZ. *Lehký úvod do problematiky podnikových informačních systémů.* [online]. 2011 [cit. 10.02.2019]. Dostupné z: <http://www.businessit.cz/cz/podnikovy-informacni-system-uvod-moduly-funkce-nasazeni-vyber.php>

BUSINESSVIZE.CZ *Co je to Cloud computing a proč se o něm mluví.* [online]. 2010 [cit. 18.02.2019]. Dostupné z: <http://www.businessvize.cz/software/co-je-to-cloud-computing-a-proc-se-o-nem-mluvi>

CBRONLINE. *Is SAP's 2025 Deadline Real - and What Does it Mean for Customers?.* [online]. 2019 [cit. 28.04.2019]. Dostupné z: <https://www.cbronline.com/opinion/saps-2025-deadline>

COMPUTERBUSINESSRESEARCH.COM *Executive information system - Computer Business Research.* [online]. 2018 [cit. 09.02.2019]. Dostupné z: <http://www.computerbusinessresearch.com/Home/decision-making/executive-information-system>

CRITICALCASE.COM. *Everything as a Service (XaaS): the turning point for Cloud Computing - Criticalcase.* [online]. 2019 [cit. 27.04.2019]. Dostupné z: <https://www.criticalcase.com/blog/everything-as-a-service-xaasthe-turning-point-for-cloud-computing.html>

CRMPORTAL.CZ. *Co je CRM?.* [online]. 2018 [cit. 10.02.2019]. Dostupné z: <http://www.crmportal.cz/co-je-crm>

DIGINOMICA.COM. *Bluefin on SAP HANA Enterprise Cloud. Diginomica - business insights for the digital enterprise.* [online]. 2019 [cit. 27.04.2019]. Dostupné z: <https://diginomica.com/bluefin-on-sap-hana-enterprise-cloud/>

ERP CLOUD. *SAP S/4HANA Cloud Technical Information*. [online]. 2019 [cit. 30.03.2019]. Dostupné z: <https://www.sap.com/cz/products/s4hana-erp-cloud/technical-information.html>

EVENTS.SAP.COM. *S4H125 - Overview: Architecture of SAP S/4HANA Cloud*. [online]. 2019 [cit. 02.05.2019]. Dostupné z: <https://events.sap.com/teched/en/session/33636>

CHRON.COM *Types of Information Systems in a Business Organization* | Chron.com. Small Business - Chron.com [online]. 2018 [cit. 09.02.2019]. Dostupné z: <https://smallbusiness.chron.com/types-information-systems-business-organization-66974.html>

IBM.COM. *CMS User's Guide*. [online]. 2019 [cit. 02.05.2019]. Dostupné z: [https://www-959.ibm.com/scepui/SPPC\\_UI/content/downloads/CMS\\_User\\_Guide.pdf](https://www-959.ibm.com/scepui/SPPC_UI/content/downloads/CMS_User_Guide.pdf)

IBM Cloud Docs. *Getting Started With Virtual Private Networking*. [online]. 2019 [cit. 01.05.2019]. Dostupné z: <https://cloud.ibm.com/docs/infrastructure/iaas-vpn?topic=VPN-gettingstarted-with-virtual-private-networking#getting-started-with-virtual-private-networking-vpn>

IBM CONNECTIONS. *IBM Cloud for SAP Applications*. [online]. 2019 [cit. 10.04.2019]. Intranet firmy IBM, přístup jen pro zaměstnance firmy. Dostupné z: [https://w3-connections.ibm.com/wikis/home?lang=en-us#!/wiki/W459e2a4217d7\\_4e8b\\_a402\\_083fd5abed48/page/CMSQuery](https://w3-connections.ibm.com/wikis/home?lang=en-us#!/wiki/W459e2a4217d7_4e8b_a402_083fd5abed48/page/CMSQuery)

INTEL.COM. *Intel® Xeon® Processor E7-8890 v4 (60M Cache, 2.20 GHz) Product Specifications*. [online]. 2019 [cit. 02.05.2019]. Dostupné z: <https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark/products/93790/intel-xeon-processor-e7-8890-v4-60m-cache-2-20-ghz.html>

LENOVOPRESS.COM. *In-memory Computing with SAP HANA on Lenovo Systems*. [online]. 2019 [cit. 16.03.2019]. Dostupné z: <https://lenovopress.com/sg248086-in-memory-computing-with-sap-hana-on-lenovo-systems>

MANAGEMENTMANIA.COM. *Supply Chain Management* [online]. 2011 [cit. 12.02.2019]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/supply-chain-management>

NAKIVO.COM. *Hyper-V vs. VirtualBox Comparison*. [online]. 2019 [cit. 27.04.2019]. Dostupné z: <https://www.nakivo.com/blog/hyper-v-virtualbox-one-choose-infrastructure/>

NIST.GOV. *Final Version of NIST Cloud Computing Definition Published* [online]. 2011 [cit. 18.02.2019]. Dostupné z: <https://www.nist.gov/news-events/news/2011/10/final-version-nist-cloud-computing-definition-published>

S/4HANA Cloud Pricing. *SAP S/4HANA Cloud Pricing*. [online]. 2019 [cit. 30.03.2019]. Dostupné z: <https://www.sap.com/products/s4hana-erp-cloud/pricing.html>

SAP.CLOUDPLATFORM. *SAP Cloud Platform Integration*. [online]. 2019 [cit. 27.04.2019]. Dostupné z: <https://cloudplatform.sap.com/capabilities/product-info.SAP-Cloud-Platform-Integration.cceaaf2b-8ceb-4773-9044-6d8dad7a12eb.html>

SAP HELP PORTAL. *SAP HELP PORTAL*. [online]. 2019 [cit. 30.03.2019]. Dostupné z: <https://help.sap.com/viewer/2cfbc5cf2bc14f028cfbe2a2bba60a50/2.0.03/en-US/c9eed704f3f4ec39441434db8a874ad.html>

SAP HISTORY. *About SAP SE*. [online]. 2019 [cit. 25.02.2019] Dostupné z: <https://www.sap.com/corporate/en/company/history.html>

SOFTLAYER.COM. *Cloud Servers, Storage, Big Data, & More IAAS Solutions*. [online]. 2016 [cit. 27.04.2019]. Dostupné z: [http://www.softlayer.com/sites/default/files/softlayer\\_service\\_level\\_agreement\\_-\\_standard\\_services\\_final\\_may\\_2016.pdf](http://www.softlayer.com/sites/default/files/softlayer_service_level_agreement_-_standard_services_final_may_2016.pdf)

STUDY.COM. *Business Process as a Service (BPaaS): Definition & Principles* [online]. 2003 [cit. 27.04.2019]. Dostupné z: <https://study.com/academy/lesson/business-process-as-a-service-bpaas-definition-principles.html>

TECHTARGET.COM. *What is hybrid cloud?* [online]. 2019 [cit. 22.02.2019] Dostupné z: <https://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/hybrid-cloud>

VAPOUR-APPS.COM. *What is Hypervisor and what types of hypervisors are there?*. *VapourApps Private Cloud* [online]. 2019 [cit. 27.04.2019]. Dostupné z: <https://vapour-apps.com/what-is-hypervisor/>

VMWARE. *SAP HANA on VMware best practises guide*. [online]. 2017 [cit. 18.03.2019]. Dostupné z: [https://www.vmware.com/content/dam/digitalmarketing/vmware/en/pdf/whitepaper/sap\\_hana\\_on\\_vmware\\_vsphere\\_best\\_practices\\_guide-white-paper.pdf](https://www.vmware.com/content/dam/digitalmarketing/vmware/en/pdf/whitepaper/sap_hana_on_vmware_vsphere_best_practices_guide-white-paper.pdf)

## Seznam zkratk a značek

A2A	Application to Application
API	Application Programming Interface
B2B	Business to Business
BPaaS	Business Process as a Service
BI	Business Intelligence
BWoH	Business Warehouse on HANA
BYOL	Buy Your Own License
CPU	Central Processing Unit
ČNB	Česká Národní Banka
CRM	Customer Relationship Management
DB	Databáze
DR	Disaster Recovery
DW	Data Warehouse
DRS	Distributed Resource Scheduler
EIS	Executive Information System
ERP	Enterprise Resource Planning
FCoE	Fibre Channel over Ethernet
GB	Gigabyte
HaaS	Hardware as a Service
HACMP	High Availability Cluster Multiprocessing
HANA	High Performance Analytic Appliance
HBA	Host Bus Adapter
HCP	Hana Cloud Platform
HDD	Hard Disk Drive
HEC	HANA Enterprise Cloud
HW	Hardware
IaaS	Infrastructure as a Service
IAM	Identity and Access Management
IBM	International Business Machines



ICT	Informační a Komunikační Technologie
IP	Internet Protocol
IS	Informační Systém
iSCSI	Internet Small Computer System Interface
IT	Informační Technologie
JDBC	JAVA Database Connectivity
KVM	Kernel Virtual Machine
LM	Landscape Management
MB	Megabyte
Mbps	Megabit per Second
MCOS	Multiple Components on One System
MIS	Management Information System
MS	Microsoft
NFS	Network File System
NIC	Network Interface Controller
NIST	National Institute of Standards and Technology
ODBC	Open Database Connectivity
OLAP	Online Analytical Processing
OLE DB	Object Linking and Embedding Database
OLTP	Online Transaction Processing
PaaS	Platform as a Service
PAL	Predictive Analysis Library
QA	Quality Assurance
QR	Quick Response
RAM	Random Access Memory
RDP	Remote Desktop Protocol
RFID	Radio Frequency Identification
RPO	Recovery Point Objective
RTO	Recovery Time Objective
SaaS	Software as a Service

SAP	Systemanalyse und Programmentwicklung
SCM	Supply Chain Management
SCSI	Small Computer System Interface
SoH	Business Suite on HANA
SAN	Storage Area Network
SDK	Software Development Kit
SID	System Identifier
SLA	Service Level Agreement
SMD	SAP Solution Manager
SQL	Structured Query Language
SSL	Secure Sockets Layer
SPS	Support Package Stack
SŘBD	Systém Řízení Báze Dat
SSD	Solid State Drive
SSH	Secure Shell
SW	Software
TB	Terabyte
VM	Virtual Machine
vCPU	Virtual Central Processing Unit
vRAM	Virtual Random Access Memory
VMFS	Virtual Machine File System
VPN	Virtual Private Network
XaaS	Anything as a Service
XML	Extensible Markup Language

## Seznam ilustrací a tabulek

Obr. 1.1	Technické pojetí informačního systému .....	10
Obr. 1.2	Hierarchie úrovní informačních systémů .....	12
Obr. 2.1	Obecné schéma cloud computingu .....	16
Obr. 2.2	Ukázka konfigurace virtuálního serveru na IBM Cloud .....	20
Obr. 2.3	Srovnání architektury hypervizoru prvního a druhého typu.....	23
Obr. 3.1	Srovnání přístupových časů k datům CPU registru, cache, RAM, SSD a HDD.....	25
Obr. 3.2	Model slovníkové komprese.....	26
Obr. 3.3	Srovnání řádkově a sloupcově orientovaných tabulek .....	27
Obr. 3.4	Kombinace řešení v infrastruktuře SAP HEC dodávané v SAP datacentrech.....	28
Obr. 3.5	Konfigurace 64 bit virtuálních Linux serverů (IBM Cloud) .....	31
Obr. 3.6	Virtuální servery přistupující k různým typům datových uložišť .....	32
Obr. 3.7	Příklady SAP aplikací na SAP HEC.....	34
Obr. 3.8	Srovnání designu tabulek SAP Business Suite a SAP S/4 HANA.....	35
Obr. 3.9	Příklady nasazení SAP HANA DB na HW appliance.....	37
Obr. 3.10	Poměry RAM k CPU socketům.....	38
Obr. 3.11	Distribuce SAP HANA SW komponent.....	41
Obr. 3.12	Ilustrace SAP virtuálních serverů řízených aplikací vCenter Server....	42
Obr. 3.13	Srovnání přístupu poskytovatele a zákazníka.....	48
Obr. 3.14	Architektura produktu SAP Leonardo .....	49
Tab. 4.1	Návrh řešení pro ERP landscape .....	54
Tab. 4.2	Typ, model a konfigurace databázových serverů .....	55
Tab. 4.3	Konfigurace aplikačních serverů .....	55
Obr. 4.4	Diagram dvouúrovňového informačního systému .....	57
Obr. 4.5	Schéma informačního systému .....	58

<b>Autor (vypracoval)</b>	Jakub Kolařík
<b>Název BP</b>	Využití cloudových řešení pro provoz logistických aplikací
<b>Studijní obor</b>	Informační management
<b>Rok obhajoby BP</b>	2019
<b>Počet stran</b>	57
<b>Počet příloh</b>	0
<b>Vedoucí BP</b>	Ing. Libor Kavka, Ph.D.
<b>Anotace</b>	Cílem této bakalářské práce je představit cloudová řešení postavená na produktech firmy SAP pro provoz logistických informačních systémů a logistických aplikací. Následně tato řešení porovnat a na příkladech implementace prokázat výhody cloudových řešení pro podnikovou informatiku.
<b>Klíčová slova</b>	Cloudová řešení, SAP, SAP HANA, Informační systémy, Virtualizace, ERP, IaaS, SaaS, PaaS
<b>Místo uložení</b>	ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky v Přerově
<b>Signatura</b>	