

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

PROVOZNĚ EKONOMICKÁ FAKULTA

Katedra informačních technologií



## DIPLOMOVÁ PRÁCE

**TÉMA: MODERNÍ DATACENTRUM**

Autor práce: Bc. Petr Štěpánek

Vedoucí práce: Ing. Jiří Vaněk Ph.D.

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačních technologií

Akademický rok 2009/2010

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

**Petr Štěpánek**

obor Provoz a ekonomika

Vedoucí katedry Vám ve smyslu Studijního a zkušebního řádu ČZU v Praze čl. 17 odst. 2 určuje tuto diplomovou práci.

Název práce: **Moderní datacentrum**

## **Osnova diplomové práce:**

1. Úvod
2. Cíl práce a metodika
3. Prvky moderního datacentra
4. Případová studie datacentra
5. Budoucnost datacenter
6. Závěr
7. Seznam použitých zdrojů
8. Přílohy

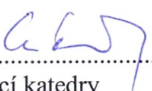
Rozsah hlavní textové části: 60 - 80 stran

Doporučené zdroje:

1. Barroso, Luiz a Hoelzle, Urs. The Datacenter as a Computer: An Introduction to the Design of Warehouse ... Madison : Morgan & Claypool publishers series, 2009. 9781598295566.
2. Schulz, Greg. The Green and Virtual Data Center. Boca Raton, FL : CRC press, 2009. 978-1-4200-8666-9.
3. Serverovna. Wikipedie. [Online]  
[http://cs.wikipedia.org/wiki/Serverovna#Velk.C3.A9\\_serverovny\\_v\\_.C4.8Cesk.C3.A9\\_republi ce.](http://cs.wikipedia.org/wiki/Serverovna#Velk.C3.A9_serverovny_v_.C4.8Cesk.C3.A9_republi ce.)
4. Cold Aisle Containment. www.42U.com. [Online] 2008.  
[http://www.42u.com/cooling/cold-aisle-containment.htm.](http://www.42u.com/cooling/cold-aisle-containment.htm)
5. www.apcmedia.com. [Online] [http://www.apcmedia.com/salestools/DBOY-7EDLE8\\_R0\\_EN.pdf.](http://www.apcmedia.com/salestools/DBOY-7EDLE8_R0_EN.pdf)

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.**

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2011

  
.....  
Vedoucí katedry



  
.....  
Děkan

V Praze dne: 15. 1. 2010

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Moderní datacentrum“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury.

Jako autor uvedené diplomové práce prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne:

.....

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Jiřímu Vaňkovi Ph.D. za jeho morální i technickou podporu při tvorbě této diplomové práce a za cenné připomínky a rady.

# Moderní datacentrum

---

## Modern Datacenter

### Souhrn

Tato diplomová práce vysvětluje provoz moderních datacenter. Práce charakterizuje jednotlivé komponenty celého datacentra, vysvětluje funkce datacentra a potřebnost pro zákazníky. Diplomová práce obsahuje případovou studii na vyhledání lokality pro datacentrum a doporučení klimatizačních systémů na chlazení datacentra až po jeho realizaci. V závěru je obsažena i predikce rozvoje datacenter do budoucna.

### Summary

This Diploma thesis explains how modern data centers works. Document characterises individual components of data center complex, explaining functions of datacenter and needs for customers. Thesis includes a case study for data center with air conditioning systems recommendations for data center cooling to its implementation. The end of document also includes predictions for the future development of data centers.

### Klíčová slova:

Datacentrum, server, internet, klimatizace, elektrická energie, Tier, případová studie, PUE, Google, budoucnost datacenter.

### Keywords:

Data center, server, internet, air conditioning, electricity, Tier, case study, PUE, Google, future data centers.

## Obsah:

<b>1. Úvod .....</b>	<b>9</b>
<b>2. Cíl práce a metodika.....</b>	<b>10</b>
<b>3. Prvky moderního datacentra .....</b>	<b>11</b>
3.1 Služby datacentra.....	11
3.1.1 <i>Obchodní model datacentra</i> .....	13
3.1.2 <i>Služby nabízené v datacentrech</i> .....	14
3.1.3 <i>Personální zabezpečení</i> .....	16
3.2 Technologické vybavení datacentra.....	17
3.2.1 <i>Klimatizace</i> .....	17
3.2.2 <i>Elektrická energie</i> .....	27
3.2.3 <i>Internetová konektivita</i> .....	30
3.3 Prostor.....	40
3.3.1 <i>Lokalita pro datacentrum</i> .....	40
3.3.2 <i>Rozvržení datacentra</i> .....	42
3.3.3 <i>Velikost pronajímané jednotky</i> .....	43
3.3.4 <i>Datacentrum v řezu</i> .....	44
3.4 Zabezpečení .....	47
3.4.1 <i>Fyzická bezpečnost</i> .....	47
3.4.2 <i>Požární bezpečnost</i> .....	48
3.4.3 <i>Bezpečnost dat</i> .....	50
3.4.4 <i>Monitorovací systémy</i> .....	51
<b>4. Případová studie datacentra .....</b>	<b>52</b>
4.1 Výběr lokality a objektu .....	52
4.2 Výběr systémů chlazení .....	52
4.2.1 <i>Varianty systému chlazení</i> .....	53
4.2.2 <i>Popis jednotlivých variant chlazení</i> .....	53
4.2.3 <i>Návrh klimatizačního zařízení pro různé etapy výstavby</i> .....	55
4.2.4 <i>Distribuce chladícího vzduchu</i> .....	58
4.2.5 <i>Hlučnost systémů</i> .....	58
4.2.6 <i>Prostorové nároky klimatizačního zařízení</i> .....	59
4.2.7 <i>Energetické nároky jednotlivých variant</i> .....	60

4.2.8	<i>Odhad investičních nákladů</i> .....	61
4.2.9	<i>Energetické a nákladové srovnání jednotlivých systémů</i> .....	62
4.3	<i>Závěr studie</i> .....	68
<b>5.</b>	<b>Budoucnost datacenter</b> .....	<b>69</b>
5.1	<i>Efektivita</i> .....	69
5.1.1	<i>Virtualizace</i> .....	69
5.1.2	<i>Nástroje na měření efektivity</i> .....	69
5.1.3	<i>Trendy chlazení</i> .....	70
5.1.4	<i>Napájení</i> .....	71
5.2	<i>Pokrok</i> .....	71
5.2.1	<i>Vyšší rychlosti</i> .....	71
5.2.2	<i>Modernější technologie</i> .....	71
5.3	<i>Google</i> .....	72
5.3.1	<i>Počty serverů Google</i> .....	72
5.3.2	<i>Google server</i> .....	72
5.3.3	<i>Google datacentrum</i> .....	73
5.3.4	<i>Google - efektivita</i> .....	74
5.4	<i>Green</i> .....	75
<b>6.</b>	<b>Závěr</b> .....	<b>76</b>
<b>7.</b>	<b>Seznam literatury</b> .....	<b>77</b>
<b>8.</b>	<b>Přílohy</b> .....	<b>79</b>
8.1	<i>Seznam tabulek</i> .....	79
8.2	<i>Seznam ilustrací</i> .....	79



# 1. Úvod

S rozvojem internetu, informačních a přenosových technologií, s rostoucí potřebou pracovat s aktuálními a přehlednými daty o stále větším objemu, se dostává do popředí pojem „datacentrum“.

Datacentrum neboli datové centrum je dnes stále více skloňovaný termín, který díky rostoucímu objemu zpracovávaných dat získává stále větší měřítko, jak rozměrová, tak i významová. Datacentra jsou specializované prostory pro umístění technologií pracujících s daty a technologií umožňujících tato data přenášet. Zajišťují zákazníkům pro jejich technologii nepřetržitý, bezproblémový a stabilní provoz bez okolních vlivů. Datová centra jsou stavěna tak, aby byla schopna zajistit fyzickou bezpečnost pro technologii a data v nich uložená. Jsou vybavena technologií, která má za úkol zajistit nepřetržitou dodávku elektrické energie a stálé připojení přes datové sítě do internetu, či sítí pevných telefonních linek, nebo do privátních sítí zákazníků.

Pro zákazníky datacenter je často i existenčně důležitá potřeba mít svou technologii zajištěnou proti náhodným výpadkům. V datacentrech mají zákazníci uložena citlivá data někdy v podobě dat internetových obchodů, podnikových informačních systémů, záložních dat jiných systémů nebo v podobě prezentačních stránek firem. Někdy se nejedná o data, ale pro firmu o důležitou technologii, jako například pobočková ústředna pro firemní hovory s napojením do jednotné telekomunikační sítě, nebo je v sálech uložena technologie umožňující samotné připojení na internet. Lze tedy říci, že drtivá většina firem v dnešní době má v datacentrech uloženu technologii či jen data.

Pokud si promítneme spojitost mezi růstem datových center a růstem dat v síti Internet, tak dojdeme k závěru, že obsah internetu je celý v datacentrech a datacentra jsou tedy základem celého internetu. Tedy kromě privátních dat, která v datacentrech mohou být také a nejsou veřejně dostupná. Naopak některé technologické prvky internetu či data samotná jsou uloženy mimo datacentra. Z této spojitosti je patrný velký růst poptávky po datacentrech vzhledem k obrovskému rozmachu internetu, kde se počet uživatelů za posledních deset let téměř zdesetinásobil až na nynější počet 2 miliardy uživatelů.

Za moderní datacentra jsou považovány sály dnešního, třetího tisíciletí, které jsou vybaveny moderní technologií. Práce se nezaměřuje na sály pro umístění sálových počítačů.

Hlavním zdrojem informací byla odborná literatura, internetové stránky a praktické zkušenosti autora. Autor pracuje na pozici manažera datacentra, věnuje se několik let problematice datacenter a v minulosti realizoval výstavbu datacentra od samého začátku až po uvedení do úspěšného komerčního provozu.

## **2. Cíl práce a metodika**

Diplomová práce si klade za hlavní cíl charakterizovat jednotlivé části datacentra, zhodnotit jejich činnost a vzájemnou spolupráci v celku. V případové studii pro výstavbu datacentra srovnává jednotlivé navrhované systémy. Práce má za vedlejší cíl predikovat budoucnost, kam bude vývoj a využití datacenter směřovat.

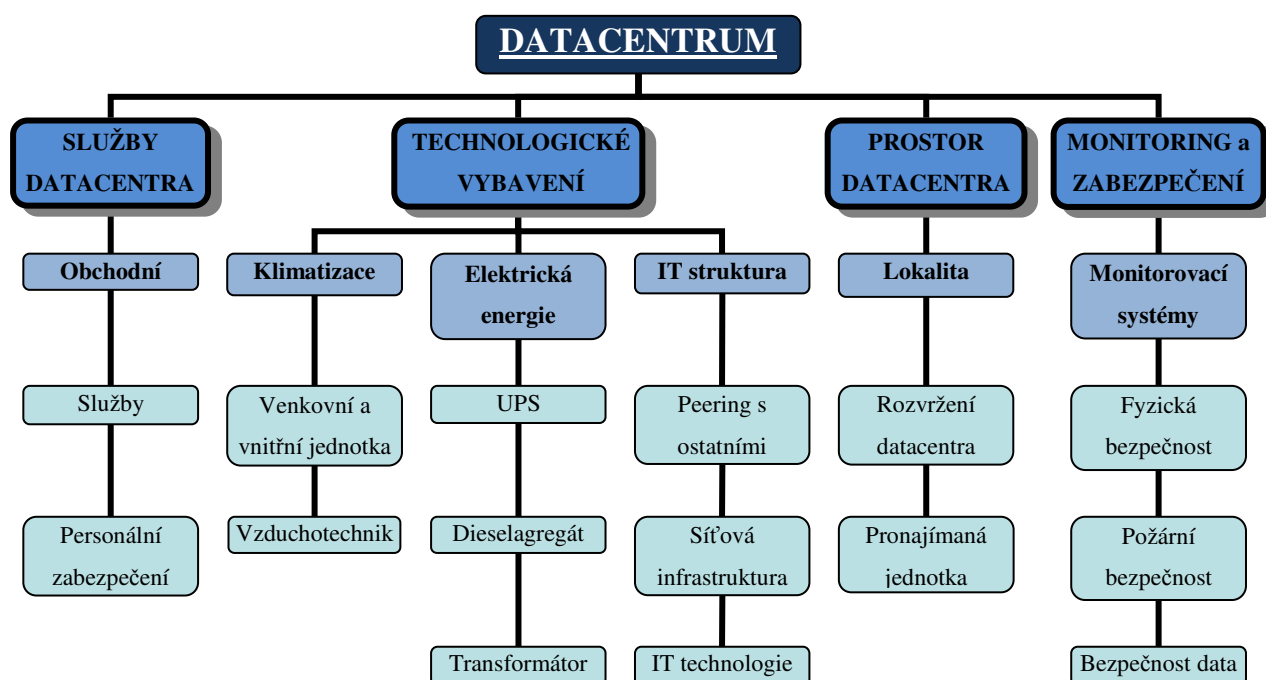
Použitá metodika je následující. V první části práce je charakteristika jednotlivých prvků datacentra, jejich vzájemná součinnost a potřebnost v provozu. Dále je analyzován obchodní model datacenter s rozborem zákazníků pro jednotlivé kategorie služeb.

Následuje kapitola s konkrétní případovou studií. Studie provází realizací datacentra od samého začátku, tedy od vyhledání prostor pro potenciální datacentrum. Studie dále analyzuje jednotlivé klimatizační systémy, na které je detailněji zaměřena, pro chlazení konkrétních prostor. Pro jednotlivé systémy jsou uvedeny srovnávací hodnoty jak ekonomického, tak technického charakteru.

V poslední hlavní kapitole je predikce budoucnosti datacenter. V několika kategoriích, tedy možných směrech pro změny, jsou rozepsány tendence budoucího vývoje a cíle, které si do budoucna datacentra kladou.

### 3. Prvky moderního datacentra

Moderní datacentrum má několik klíčových prvků, díky kterým tvoří komplexní a nedělitelný celek. Kapitola podrobně představuje jednotlivé prvky, které zabezpečují chod datacentra jako komplexní služby. Nejprve podkapitola o tom, k čemu vlastně datacentrum slouží s následnými podkapitolami o technologickém vybavení.



Obrázek 1: Prvky datacentra

#### 3.1 Služby datacentra

Za předchůdce dnešních datových center lze považovat místnosti pro velké sálové počítače. Spolu s vývojem datových technologií (přenosové prvky jako jsou switche, routery, optické zesilovače a další) jde paralelně i vývoj telekomunikačních technologií (telefonní ústředny pro pevné a mobilní telefony), který lze brát za jakousi obdobu. Přenos telefonního hovoru na dálku funguje podobně jako přenos dat na dálku a obě technologie jsou uloženy ve velkých sálech, které jsou obdobně zajištěny a dimenzovány. Telefonní sály také prošly vývojem, i když trochu protichůdným. Telefonní ústředny pro pevné telefonní linky se vzhledem k rozvoji technologie zmenšují. Hovory zůstávají stále stejně

definovány, pouze jim vznikla paralelně se rozvíjející větev mobilních telefonů. Proti tomu datová úložiště a prvky pro přenos dat se také zmenšují, ale na rozdíl od nich dochází k obrovskému nárůstu objemů dat a tedy i nárůstu požadovaných prostor.

Datacentra tedy slouží k zabezpečení přenosových technologií, ať už jde o přenos televizního signálu, telefonního hovoru či internetu. Stejně tak datová centra uchovávají televizní vysílání, informace o telefonních hovorech nebo data, kterým bude dále věnována pozornost. Odtud také pochází název datacentrum, datové sály, nebo jednoduše serverovny podle umístění serverů. Server je obecné označení pro počítač, který poskytuje nějaké služby nebo program, který služby realizuje. Z paralelní větve, kde šlo o přenos a správu telefonního hovoru se do datových center dostal název telehouse, teleport... Mnoho datových center také vzniklo právě ze sálů pro telefonii. Pro datacentra také vznikají nové názvy dle jejich velikosti. Například datahouse (pro větší počet serverové technologie), nebo naopak serverovna (pro menší počet serverové technologie), či názvy z obchodního hlediska poutající originalitou a mající snahu se odlišit jako třeba DataCamp.

Z pohledu hardware si zákazníci nejčastěji do datacenter umisťují servery, tedy speciálně upravené počítače uzpůsobené pro náročné podmínky velkých zátěží a připravené pro nepřetržitý provoz. Zákazníci si rovněž do datacenter ukládají různé datové storage a datové úložiště z důvodu vysokého požadavku na bezpečnost a zálohování dat. Ze strany přenosové rychlosti a kvality použité technologie lze technologii také rozdělit do dvou extrémních trendů. Těmi jsou klasické počítače, které ani na serverové aplikace nejsou nijak upravovány, poslouží jen pro jejich provoz. Druhý opačný extrém jsou blade servery, které jsou přímo stavěné pro velké zátěže, pro redundanci výpočetní kapacity a pro jednoduchou možnost výměny komponent za provozu.

Z hlediska software slouží datacentra zákazníkům nejčastěji pro provoz jejich internetových stránek. Dále je využívají pro provoz různých aplikací, datových záloh, archivace dat, telefonní VoIP ústředny, webhosting a virtuální servery, kde firmy spravují více stránek pro více zákazníků, informační systémy a další.

Další kapitoly konkretizují zmíněný obecný pojem zabezpečení. Co všechno datacentrum zabezpečuje pro zákazníky, například nepřetržitý přívod elektrické energie, chlazení technologie, vysokou rychlost připojení k internetu, personální nonstop obsluhu v místě atd.

### 3.1.1 Obchodní model datacentra

Datacentra můžeme rozdělit na soukromá, která slouží firmám, pro které jsou na zakázku vybudována a na komerční, kde se prostor pronajímá dalším zákazníkům.

Soukromá datacentra, lépe serverovny, si firmy budují pro svou potřebu. Spravují si kompletně celou infrastrukturu samy a návratnost je v ušetřených financích, které by firma jinak vynakládala na provoz v komerčním datacentru. Další výhodou je také maximální využití prostoru a výstavba na míru pro konkrétní potřeby. Nevýhodou je složitá expanze a obecně rozloha datacentra, které se nedá postavit přesně pro uspokojení dlouhodobých potřeb. Datacentrum rostoucí firmy bude vždy v začátku prázdnější a ve finále nedostatečně velké. Tento problém je sice u rostoucí společnosti běžný i z hlediska potřeby kancelářského prostoru, ale otázka stěhovatelnosti kancelářského prostoru a stěhovatelnosti datacentra je diametrálně odlišná z hlediska náročnosti. Z pohledu plánování správné velikosti soukromého datacentra je efektivnější umístit technologii do komerčního datacentra, resp. outsourcovat správu datacentra a tím břemeno na rozšiřování prostor a břemeno placení za prázdné prostory v začátku, nechat na externí firmě.

Komerční datacentra jsou ta, kde se správa celých prostor přenechává specializovaným společnostem. Zákazníci platí poskytovateli za to, že mají svou technologii umístěnou v prostoru, kde je zajištěn stálý příkon elektrické energie. Kde mají díky úsporám daným velikostí poskytovatele datacentra levnější a mnoha způsoby zabezpečenou stabilní vysokou rychlost do internetu. Také chladicí výkony jsou v profesionálních datacentrech lépe dimenzovány a modulárně dle potřeb přidávány, než v soukromých datacentrech, serverovnách. Mezi další výhody komerčních datacenter patří jejich nepřetržité personální zabezpečení zaměstnanci datacentra. Nonstop podpora pomáhá zákazníkovi například s restartováním technologie, nebo s výměnou HW komponent. V případech kompletní správy se kdykoliv i v noci postará jak o hardware, tak i o software, čímž zákazníkovi šetří náklady na dopravu a čas.

Prodej služeb je realizován několika způsoby. Jedním z nich je transparentní způsob stanovení ceny za odebrané jednotky, jako třeba kW, nebo kWh elektrického výkonu, plocha v m<sup>2</sup>, cena dle hodnoty jističů (například 16A, 32A) a další. Nebo se prostor prodává dle stanovených balíčků, které obsahují určitý prostor, k němu přidělený elektrický výkon a další vybavení datacentra. Prostor lze dělit na servery a jejich počty, na

racky, tedy standardizované speciální skříně na technologii a na jednotlivé pozice v rackích.

### 3.1.2 Služby nabízené v datacentrech

Služby pro zákazníky komerčních datacenter, pro které zákazníci datacentra vyhledávají a využívají.

- **Housing**

Nezákladnější služba datacentra, kdy si zákazníci do datacentra umisťují svou technologii. Dělí se dle velikosti obsazeného prostoru na rackhousing a serverhousing.

- Serverhousing

Zákazník má vlastní jeden nebo více serverů a využívá jen omezených služeb datacentra (umístění technologie/pronájem místa, chlazení, napájení, konektivitu, případně některé doplňkové služby).

- Rackhousing

Zákazníci umisťují svou technologii do pronajatých racků a v převážné většině si racky pronajímají celé či umisťují vlastní rackové skříně.

- **Dedikované servery a managed servery**

Služba pro zákazníky, kteří nemají svou vlastní technologii, a provozovatel datacentra jí zákazníkovi pronajímá. Zároveň umístí a spravuje ve svém datacentru. Poskytovatel služby kompletně spravuje hardware zákazníka. Managed servery nabízejí zákazníkům kromě správy hardware, jako je tomu u dedikovaných serverů, také správu software a to jak operačního systému, tak i správu aplikačního software... Služba je vhodná pro firmy, které nemají svého vlastního správce serveru a požadují kompletní správu, outsourcing.

- **VPS**

VPS = Virtual Private Server. Hardwarový server, kde každý zákazník má vyhrazenou jen jeho část.

- Část harddisku - kde zákazník má svá data,
- část RAM paměti - na zpracování dat
- část procesoru - jímž je určena rychlost zpracování dat.

Tato služba je vhodná pro začínající projekty, kde není jistá jejich budoucnost. Pokud jsou projekty úspěšné, mají rostoucí tendenci. Lze tak využít možnost snadného a rychlého navyšování jednotlivých složek VPS. Například zvýšení kapacity procesoru pro rychlejší provoz, což u serverhousingu není tak jednoduché za provozu měnit.

Služba	Orientační měsíční cena [Kč]	Správa serveru v ceně	Správa software v ceně
<b>Serverhousing</b>	1.000,- až 2.000,-	NE	NE
<b>Rackhousing</b>	v řádech tisíců	NE	NE
<b>Dedikovaný server</b>	2.000,- až 7.000,-	NE	NE
<b>Managed server</b>	3.500,- až 8.500,-	ANO	ANO
<b>VPS</b>	v řádech stovek	ANO	NE

Tabulka 1: Přehled jednotlivých služeb

### 3.1.2.1 Doplnkové služby zákazníkům

Datacentrum zákazníkům nabízí kromě primárních služeb i služby doplňkové. Služby, které zákazníkovi usnadní správu jeho technologie.

- **Terminál**

Stolek s monitorem, klávesnicí a myší pro správu serveru v datacentru. Pro zákazníka není potřeba vlastní monitor k serveru, ale je běžné využít možnost zapůjčení.

- **KVM**

KVM – Keyboard, Video, Mouse (klávesnice, monitor, myš) je zařízení, které zákazníkovi umožňuje ovládat své servery vzdáleně přes internet. KVM zákazník buď vlastní, jako přídatné zařízení k serveru, nebo jeho servery mají KVM moduly již zabudovány interně. KVM si je možné v datacentru vypůjčit, ve chvíli kdy je potřeba a může tak zákazníkovi ušetřit cestu do datacentra.

- **CIS**

CIS - Customer Information System (zákaznický informační systém). Každý zákazník má k dispozici přístup do online zákaznického systému, který nabízí:

- **Přehled údajů o zákazníkovi**

Přístup je pomocí zákaznického jména a hesla, takže má každý zákazník přístup jen ke svým údajům, které pomocí systému může také editovat.

- **Přehled služeb**

Kompletní přehled odebíraných služeb a jejich nastavených podslužeb včetně cen.

- **Statistiky provozu**

Statistiky zobrazené pomocí grafů a tabulek obsahující rychlosti přenosu v Gbps a Mbps a statistiky přenesených dat v GB a TB za měsíc a rozdělení dle směru provozu.

- **Seznam autorizovaných osob pro vstup do datacentra**

Zákazník si sám online přidá osoby, u nichž chce mít zajištěnu možnost přístupu k serveru.

- **Přehled faktur**

Kompletní přehled všech vystavených faktur za službu a jejich stavu, zda jsou faktury uhrazeny a jestli nejsou již po lhůtě splatnosti.

- **Ostatní doplňkové služby**

Mezi ostatní bezplatné doplňkové služby datacentra lze zařadit využití erárního nářadí, kabeláže, prostoru pro montáž a demontáž technologie, kde není hluk a chlad, jaký je v datacentru. Také pracoviště s internetem a Wi-Fi v datacentru zákazníkovi usnadní jeho práci na serveru. Mezi komfort pro zákazníka patří i správné rozvržení uliček pro pohodlný průchod a manipulaci se servery. Mezi doplňkové služby pro zákazníka lze uvést i služby supportu, které jsou uvedeny v další kapitole.

### **3.1.3 Personální zabezpečení**

Mezi důležité „vybavení“ datacentra netechnického charakteru patří personální zajištění. Technici datacentra v potřebném počtu, který závisí na počtu poskytovaných služeb datacentrem. Komerční datacentra, která poskytují kompletní software správu pro



zákaznickou technologii, mají mnohem větší nároky na počet techniků než soukromá datacentra. O software se zde starají sami technici IT oddělení a datacentrum je plně sledováno přes monitorovací systémy. Přes monitorovací systémy lze provádět kompletní dohled veškeré technologie zabezpečující chod datacentra.

Dalšími neméně důležitými členy technického týmu jsou členové supportu. Zákaznický support (podpora zákazníkům) je v moderním datacentru zajišťována nonstop 24 hodin denně 7 dnů v týdnu. Přesnější zařazení supportu jako personální zabezpečení je zařazení mezi služby. Sami zákazníci komerčních datacenter si postupem času vyžádali personální podporu, která je schopna v kteroukoliv denní i noční hodinu pomoci.

Support se také stává podporou zákazníkovi i osobně. V případě, když zákazník přijde do datacentra stěhovat novou technologii nebo pracovat na stávající. Samozřejmě v dnešní době vzdálené správy jsou ze strany zákazníka vítány co nejméně časté návštěvy datacentra. Zákazník má na výběr z mnoha softwarů určených pro vzdálenou správu jeho technologie, nebo v moderním datacentru jsou mu k dispozici služby KVM, tedy modulu pro vzdálený přístup k serveru.

## **3.2 Technologické vybavení datacentra**

Nejdůležitějším prvkem datacentra je jeho technologická část. Ta uživateli poskytuje veškeré funkce, které od datacentra požaduje. Mezi vybavení patří například klimatizační jednotky, hasicí zařízení, energocentrum, prvky pro zabezpečení internetové konektivity a další.

### **3.2.1 Klimatizace**

Chlazení datacentra patří u komerčních datacenter mezi nejdůležitější funkce. Ve firemních serverovnách, kde je řádově několik serverů, není složité servery uchládit a v některých případech chlazení ani díky nízkému vyzařovanému výkonu ze zařízení, není potřeba. Oproti tomu v komerčních datacentrech, kde jsou umístěny tisíce serverů, by během pár minut došlo k přehřátí až vzplanutí zařízení.

Chladicí výkon klimatizačních jednotek musí být dimenzován na součet wattů vyzařovaného tepla z umístěné technologie. A to jak technologie serverové (zákaznické), tak

samotné technologie datacentra, která zajišťuje chlazení datacentra a paradoxně i chlazení samotné chladicí technologie.

- **Klimatizační systémy**

Klimatizační systémy mají vždy venkovní a vnitřní klimatizační jednotku. Obě jednotky jsou propojeny potrubím s chladícím médiem. Jako média se převážně využívá směs glykolu a vody v poměru ředění dle teplotních podmínek.

- Venkovní jednotka

Venkovní jednotka, jako zdroj chladu zajišťuje ochlazování odebraného tepla z datacentra. V následujících kapitolách venkovní jednotky nebudou zmiňovány. Práce nerozebírá způsoby výroby chladu.

- Vnitřní jednotka

Vnitřní jednotka zajišťuje distribuci chladného vzduchu po datacentru a odsávání teplého vzduchu. V následujících kapitolách budou vysvětleny jednotlivé druhy vnitřních jednotek pro rozvod chladu ve velkých komerčních datacentrech, kde vyzářené tepelné výkony nutně potřebují komplexní klimatizační systémy.

Systémy se dělí dle způsobu dopravy chladicího média a hlavně dle způsobu distribuce chladného vzduchu. Díky distribuci vzduchu se systémy mezi sebou liší hodnotou v kW, kolik tepelné zátěže lze konkrétním systémem uchladit na rack.

Systém chlazení	Distribuce vzduchu	kW na rack
<b>Chlazení do prostoru</b>	Volně do prostoru pomocí podstropní jednotky	Do 2kW (samostatný rack)
<b>Chlazení podlahou do racku</b>	Otvorem v racku je směrován chladný vzduch	Do 3kW (více racků v řadě)
<b>Chlazení pomocí teplé a studené uličky</b>	Studený vzduch proudí perforovanou podlahou před rack	Do 8kW (více racků v řadě)
<b>Uzavřená teplá, nebo studená ulička</b>	Separace proudění teplého, nebo studeného vzduchu	Do 14kW (více racků v řadě)

Tabulka 2: Prezentované systémy chlazení (dle distribuce chladného vzduchu).

### 3.2.1.1 Chlazení klimatizační jednotkou v prostoru

Nejjednodušší způsob chlazení, který však dostačuje jen na nízké tepelné výkony malých serveroven o malém počtu technologií. Chlazení je realizováno podstropní interní jednotkou, která nikdy zdaleka nedosahuje tak velkých chladicích výkonů, jako velké sálové skříňové jednotky. Chlazení není konkrétně směřováno a de facto pouze ochlazuje prostor s technologií.

Výhody:

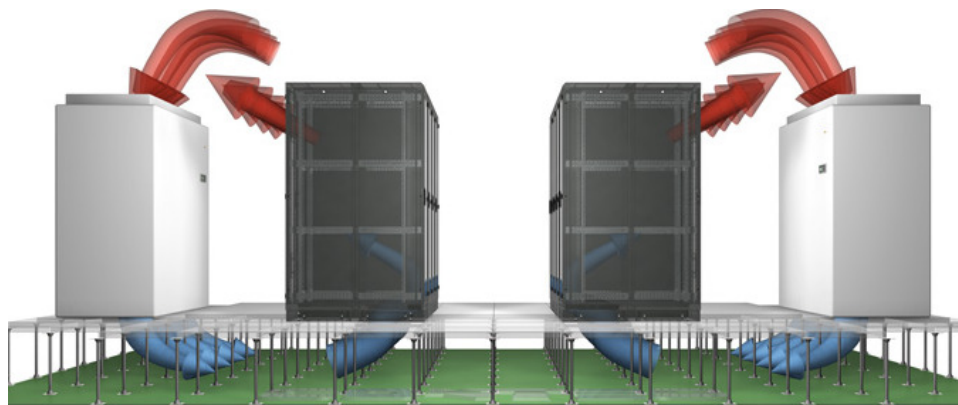
- Snadnější instalace (jednotky na sál lze instalovat i za provozu datacentra)
- Nízké pořizovací náklady
- Jednotky díky rozměru lze použít na dochlazení stávajících prostor

Nevýhody:

- Absence směrování teplého a studeného vzduchu a tak dochází k jeho mísení. (díky tomu se dostává do míst, kde je potřeba chladit již smíchaný/ohřátý vzduch a na druhou stranu jednotka nenasává jen ohřátý vzduch, ale i chladný)
- Nízké chladicí výkony
- Nižší spolehlivost

### 3.2.1.2 Chlazení přívodem z podlahy do racku, návrat do sálu

Chlazení je realizováno pomocí klimatizačních jednotek, které vyfukují studený vzduch (modrá šipka na obrázku) pod podlahu a otvorem v podlaze, který je přímo pod rackem, se dostává chladný vzduch do racku. U této jednotky se využívá dvojího způsobu odvodu teplého vzduchu (červená šipka) zpět ke klimatizačním jednotkám. Otevřeným otvorem ve stropu racku, díky kterému se tvoří tzv. komínový efekt, který odsává teplý vzduch pryč z racku. Nebo se využívají perforované dveře (viz obrázek) v zadní části racku, které umožňují ventilátorům od serveru vyfukovat teplý vzduch ven. (12)



**Obrázek 2: Chlazení přívodem z podlahy do racku, návrat do sálu. (12)**

Výhody:

- Odpadá nutnost použití drahých perforovaných dlaždic.
- Nenáročná instalace

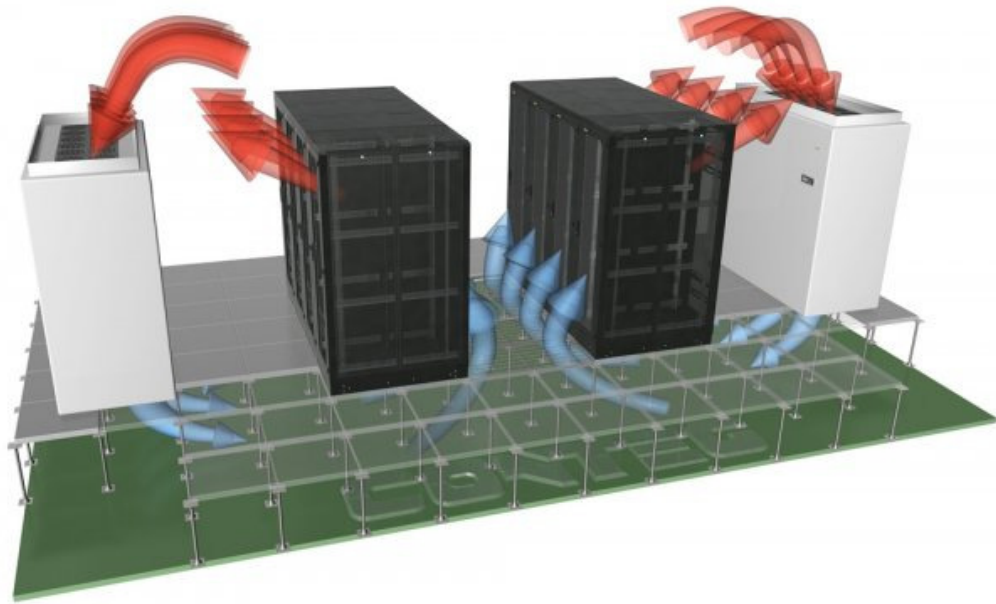
Nevýhody:

- Studený vzduch podchladí spodní umístěnou technologii a na vyšší servery se studený vzduch nedostává.
- V racku je nekontrolovatelný tok vzduchu a dochází k promíchání teplého a chladného vzduchu.

### **3.2.1.3 Chlazení systémem teplá a studená ulička**

Modernější způsob chlazení než způsob předchozí. Uličky jsou rozděleny na teplé resp. horké a studené, resp. chladné.

Klimatizační jednotky vyfukují studený vzduch pod podlahu a díky perforovaným podlahovým dlaždicím se chladný vzduch dostává k technologii, kde je potřeba. Podlahové perforované dlaždice jsou umístěny před racky, kde jsou přední strany serverů. Vedlejší ulička je umístěna totožně a scházejí se v ní tedy dvě přední strany serverů, které tvoří studenou uličku. Studený vzduch proudí k technologii, která si jej nasává a ochlazuje se tak. Na druhé straně serveru, kde jsou umístěny ventilátory zdroje a ventilátory vedoucí vzduch od procesoru ze serveru ven, je tak vyfukován teplý vzduch. Tímto zde vzniká teplá ulička. Díky fyzikálním zákonům stoupá ohřátý vzduch vzhůru a perforovaným podhledem, nebo jen pod stropem se dostává vzduch zpět ke klimatizačním jednotkám.



**Obrázek 3: Chlazení systémem teplá a studená ulička (9)**

Tento systém chlazení vyžaduje správné rozmístění podlahových perforovaných dlaždic a hustotu perforace. Určitou volnou výšku prostoru pod podlahou nezbytnou pro průtok chladného vzduchu. Výška podlahy závisí na velikosti datacentra, tepelné zátěži, na kterou je dimenzováno a také na obsazenosti prostoru pod podlahou (např. kabeláží).

Pro tento systém jsou také nezbytné racky s perforovanými dveřmi s určitou hustotou perforace. Také uzavření dna racku je nezbytné, aby nedocházelo ke zbytečnému nekontrolovatelnému proudění chladného vzduchu do spodní části racku, které by narušilo systém řízeného proudění. (9)

Výhody:

- Cílené směrování proudu studeného vzduchu.
- Vyšší chladicí výkony

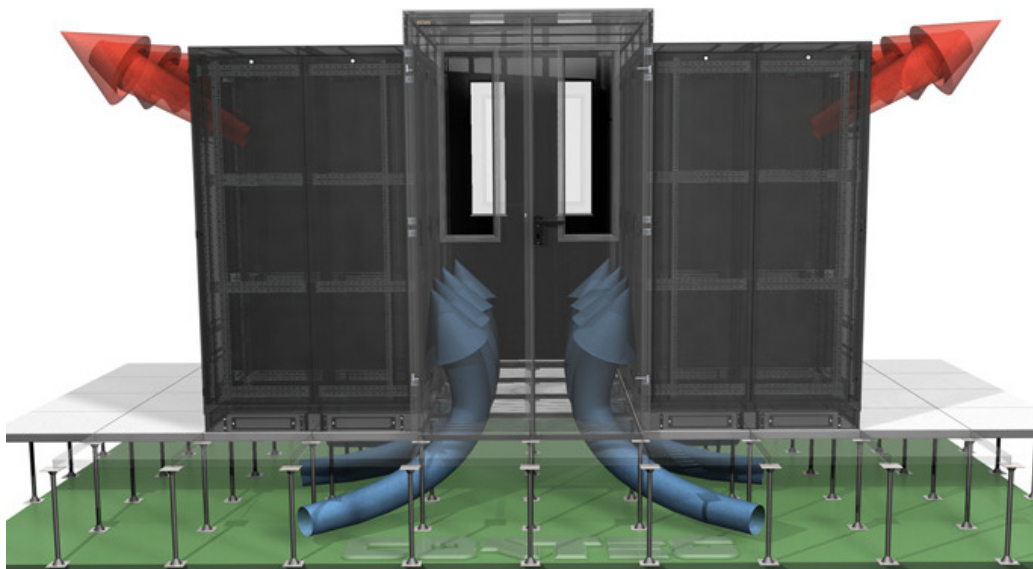
Nevýhody:

- Vyšší náklady na nákup perforovaných podlahových dlaždic
- Nutné správné rozmístění podlahových perforovaných dlaždic
- Možnost průchodu studeného vzduchu kolem racku i na stranu do teplé uličky a tím dochází k jeho unikání zpět do klimatizace a naopak možnost proudění teplého vzduchu z teplé uličky do chladné a tím ohřívání studeného vzduchu.

### 3.2.1.4 Separací studeného, nebo teplého vzduchu

#### ▪ Uzavřená studená ulička

Jako důsledek poslední jmenované nevýhody systému chlazení pomocí studených a teplých uliček byla navržena koncepce chlazení obdobným způsobem, ale s uzavřením studené uličky. Tím je zabráněno možnosti recirkulace horkého vzduchu se studeným.



Obrázek 4: Uzavřená studená ulička (18)

Uzavřená ulička tedy zabraňuje unikání studeného vzduchu na místa, kde není potřeba a tím je systém efektivní z hlediska technického a hlavně ekonomického. Systém sice vyžaduje vyšší počáteční investice do uzavření uličky, ale ty jsou v brzké době vyrovnány a dochází k úsporám. Uzavření uličky je realizováno pomocí posuvných nebo křídlových dveří a stropu uličky. Uvnitř uličky jsou jen perforované podlahové dlaždice s přesně vypočítanou hustotou perforace pro dostatečný průchod vzduchu.

Vzhledem k uzavření určité části prostoru datacentra do samostatného úseku, tím vznikne samostatný požární úsek, pro který se musí počítat kapacita hasicího systému, přizpůsobit rozvody plynu a požární senzory. Alternativou tomuto systému je systém chlazení pomocí uzavřené teplé uličky. Tím je ohřátý vzduch separován od zbytku datacentra. (18)

Výhody:

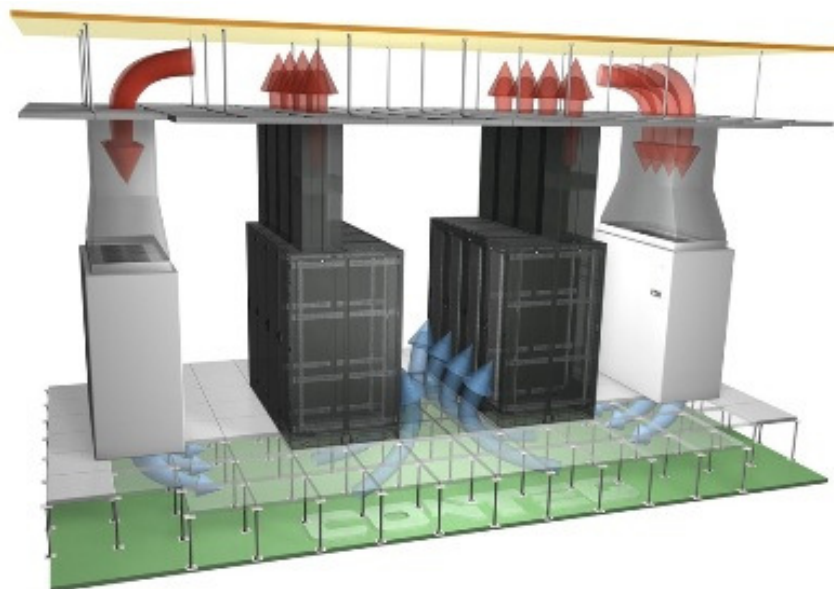
- Zabraňuje promíchání proudění studeného vzduchu s teplým
- Vysoké chladicí výkony

Nevýhody:

- Náročnější instalace
- Vyšší pořizovací náklady
- Nutné přizpůsobení hasicího systému

▪ **Chlazení přívodem ze sálu, návrat do podhledu**

Ve své podstatě jde o systém podobný předchozímu, s rozdílem neseparování studeného vzduchu, ale naopak separace teplého vzduchu. Co nejdříve odsát teplý vzduch z racku pryč, aby nedocházelo k ohřívání studeného vzduchu nástupu serveru. (13)



Obrázek 5: Chlazení přívodem ze sálu, návrat do podhledu (13)

Výhody:

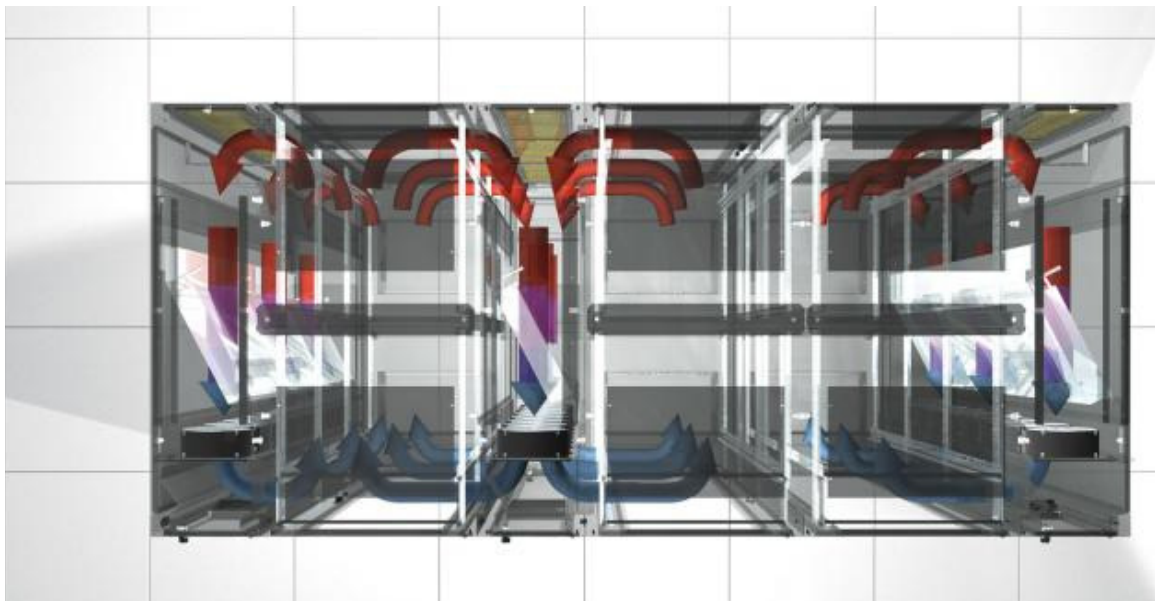
- Cílené směřování proudění teplého vzduchu.
- Vysoké chladicí výkony

Nevýhody:

- Náročné potrubní systémy k odvodu teplého vzduchu
- Vyšší pořizovací náklady

### 3.2.1.5 Boční uzavřené modulární systémy

Za zmínku stojí také systém chlazení pomocí vnitřních klimatizačních jednotek, který klimatizační jednotky umísťuje přímo mezi racky a chladí je tak z boku. (3) Viz půdorysný obrázek.



Obrázek 6: Boční uzavřené modulární systémy (3)

Výhody:

- Cílené směrování proudění teplého a studeného vzduchu.
- Umístění jednotky chladu přímo u zdroje tepla

Nevýhody:

- Vyšší pořizovací náklady
- Náročnější projektování prostorového rozmístění a nižší flexibilita
- Možnost umístění pouze speciálních racků, které jsou kompatibilní s tímto systémem.

### 3.2.1.6 Další systémy chlazení

Doplnění výčtu chladicích systémů o další způsoby. Ať už jde o dochlazování či chlazení vysokých tepelných zátěží.

- **Přídavné chlazení**
  - Jednotka umístěná nahoru na rack



Jednotka umožňuje dochlazení až o 1 až 4 kW chladicího výkonu na rack. Kompaktní klimatizační jednotka je umístěna na horní straně rozvaděče.

- Chladicí jednotka do racku

Přídavná jednotka, kterou je možné dodatečně instalovat dovnitř do standardizovaného 19“ racku, ve fázi nedostatečného uchlazení pomocí stávající jednotky. Chladicí výkon je cca 1kW na jednotku.

Chladicí jednotka do racku může být realizována i jako vodní klimatizace. Tyto jednotky bývají výkonnější a to až 2,5 kW chladicího výkonu na jednotku, ale na druhou stranu jde o náročnější instalaci, respektive o náročnější přípravu pro instalaci. (11)

- **Chlazení velkých tepelných zátěží**

- Chladicí dveře – přímý výpar

Další způsob jak ke stávajícímu racku dovést více chladiva jsou speciální chladicí dveře s vlastní jednotkou přímého výparu. Pomocí těchto dveří lze uchlazení 12 až 18 kW. Výhodou těchto dveří jsou obrovské chladicí výkony, ale na druhou stranu jde o velmi náročný zásah do stávajícího způsobu chlazení a také o značnou cenu.

- Chladicí dveře – vodní chlazení

Kombinací posledních dvou jmenovaných systémů vznikl způsob k uchlazení 12 -18 kW chladicího výkonu a to pomocí vodou chlazených dveří k rozvaděčům. V této konfiguraci je teplo přenášeno do chladicí kapaliny (vody).

### **3.2.1.7 Bezprašnost**

V souvislosti s chlazením a IT technologií je důležité také bezprašné prostředí. Klimatizační systém musí účinně filtrovat především polévatý prach a další drobné nečistoty obsažené v ovzduší tak, aby se jakékoliv nežádoucí materiály nedostaly do serverů i do dalších technologických zařízení v serverovně umístěných. Jde o to, aby prach, popílek či rostlinný pyl netropil v zařízeních žádnou neplechu. (1)

### **3.2.1.8 Vlhkost prostředí**

Vlhkost datacentra je také sledována pomocí monitorovacích systémů. Vlhkost napomáhá v prostředí vedení chladu a nízká vlhkost má za důsledek zvýšený výskyt statické elektřiny.

Vlhkost je sledována v relativních hodnotách RH - Relative Humidity (relativní vlhkost). Jde o poměr mezi okamžitým množstvím vodních par ve vzduchu a množstvím par, které by měl vzduch o stejném tlaku a teplotě při plném nasycení. Udává se v procentech (%). Doporučená vlhkost pro datacentra je 40-60%.

### **3.2.1.9 Free-cooling (volné chlazení)**

Pokud chladíme ICT technologie nebo průmyslové procesy, které jsou provozovány trvale po celý rok (tedy i při nižších a nízkých venkovních teplotách), je z hlediska spotřeby energie (a tedy i nákladů) výhodné použít systémy, které dokážou těchto provozních podmínek využít.

Jednotky s volným chlazením (free-coolingem) zvládnou při nižší venkovní teplotě snížit příkon „chladicí“ části nebo ji zcela vypnout. A právě chladicí kompresory jsou energeticky nejnáročnější částí chladicího systému. Chlazení v režimu free-coolingu zajišťují pouze tepelné výměníky vzduch/voda, které jsou nedílnou součástí jednotky. Chladná voda je pak k dispozici téměř zadarmo. (19)

V kapitole o případové studii jsou reálné grafy a hodnoty zobrazující úspornost.

### **3.2.1.10 Rekuperace**

V datacentrech bývá mnohdy využíváno rekuperace, neboli zpětné získávání tepla. Využívá se teplého vzduchu proudícího od technologie k vyhřívání kancelářských prostor budovy datacentra. Teplý vzduch tak není bez užitku odveden z datacentra do klimatizační jednotky, kde je také nákladné jej uchládit, ale v rekuperačním výměníku odevzdá většinu svého tepla přiváděnému vzduchu. Do sání vnitřních klimatizačních jednotek tak proudí chladnější vzduch, což je mnohem efektivnější. (15)

## 3.2.2 Elektrická energie

Jednou z nejdůležitějších částí datacentra je jeho energetická část. Jednou z důležitých funkcí pro zákazníka je zajištění nepřetržitého přívodu elektrické energie. Mezi jednotlivé části systému patří UPS, diesel generátor, transformátor, rozvaděčové skříně s jističi a nakonec celého přívodu i zásuvkové panely pro zapojení serverů.

### 3.2.2.1 UPS

UPS - Uninterruptible Power Supply (Source) – tedy nepřerušitelný zdroj energie je systém, který zajišťuje souvislou dodávku elektrické energie. UPS je systém fungující na principu akumulátorů. Akumulátory jsou za běžného provozu z primárního zdroje stále dobíjeny a připraveny v případě přerušení dodávky elektrické energie ze sítě začít plynule dodávat elektrickou energii.

Pro provoz datacentra se využívají on-line UPS, které jsou nejpokročilejšími, ale také nejdražšími typy. Pracují na principu dvojitě konverze napětí, čímž je dosaženo nezávisle na vstupním napětí maximální kvality výstupního napětí.

UPS elektronické systémy sledují stav baterií a zajišťují jejich pravidelné dobíjení a měření. Elektronická část UPS sleduje stav primární elektrické sítě. Pokud dojde k jejímu přerušení, přepne elektronické obvody na provoz z baterií. Elektronické obvody také slouží jako ochrana proti nestandardním stavům sítě, jako například krátkodobé a dlouhodobé přepětí a podpětí, změny frekvence, elektromagnetické rušení v síti a další. V případě přetížení nebo poruchy zdroj přepne automaticky na elektronický by-pass.

Zapojení více UPS se nejčastěji využívá paralelní v konfiguraci n+1, kdy UPS zajišťují potřebný příkon pro technologii, a v případě poruchy jedné jednotky je počítáno s dostatečnou kapacitou na zbylých jednotkách.

Doba, po kterou UPS udrží technologii v chodu, závisí na aktuální kapacitě akumulátorů a aktuálnímu příkonu zapojeného zařízení. Pohybuje se od několika minut až po několik hodin. Pro provoz datacentra je nezbytné, aby baterie vydržely nejméně přibližně dvě minuty, což je čas, který je potřeba pro nastartování motorgenerátoru. Po dobu provozu datacentra na akumulátory se odpojuje některá technologie, která není nutná, jako například klimatizační jednotky a světelný obvod pro snížení zátěže. Při přepnutí zátěže na motorgenerátor je dodávka elektrické energie pro toto zařízení opět obnovena.

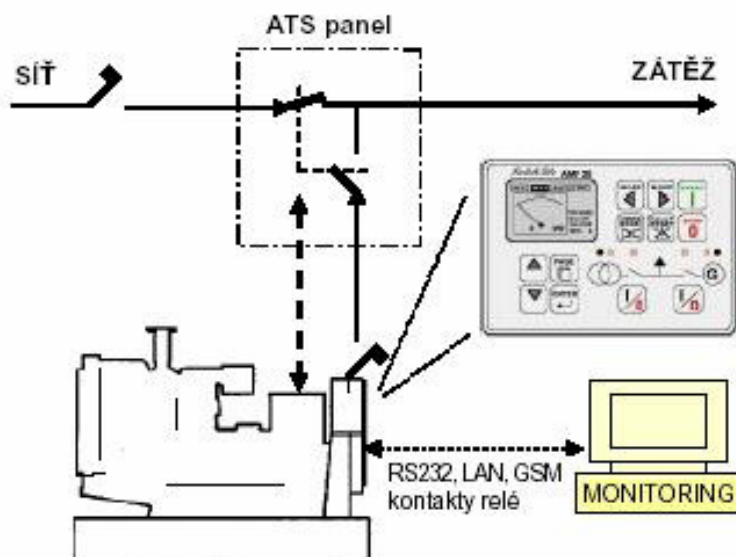
### 3.2.2.2 Dieselagregát

Dieselagregát neboli motorgenerátor je zařízení pro výrobu elektrické energie pomocí naftového motoru a alternátoru. Motor generátor může být umístěn v technických prostorech s dostatečným ohledem na odvod výfukových plynů, nebo jsou generátory umístovány do speciálních kontejnerů. Kontejnery jsou uzpůsobeny pro provoz naftového motoru a to tím, že mají prostor pro nasávání vzduchu a prostor pro odvod výfukových plynů. Současně jsou protipožárně zabezpečeny a to vše za dodržení hlukových norem. Hluková hladina musí být na úrovni hygienických norem v závislosti na okolním prostředí.

Kontejner s motorgenerátorem obsahuje vlastní nádrže na naftu, kde je nezbytné pro provoz datacentra mít stálou zásobu nafty nejméně na 12 hodin provozu. Pro potřebu větší zálohy může být kontejner osazen druhou záložní nádrží s přečerpávacím systémem do primární nádrže. Což umožňuje za provozu do jedné nádrže tankovat a z druhé odebírat naftu a mít tak zajištěn nonstop provoz.

Pro lepší zabezpečení se dieselagregáty zapojují také v konfiguraci n+1 pro případ výpadku jednoho generátoru je zajištěn provoz generátorem druhým. Vzhledem k mechanické náročnosti dieselagregátu, je nutné provádět pravidelně jeho testování.

Dieselagregát je napojen do infrastruktury datacentra pomocí silového přepínače ATS (Automatic Transfer Switch) pro přepínání dodávky elektrické energie ze sítě a z dieselagregátu.(6)



Obrázek 7: Zapojení ATS (6)

### **3.2.2.3 Transformátor**

Transformátor v pořadí je prvním zařízením napojeným přímo na distribuční síť poskytovatele elektrické energie. Transformátor je umístěn v kobce trafostanice. Pro jistější napojení datacentra na distribuční síť, je doporučené napojení na dvě nezávislé přívodní napájecí větve přes dva vstupní transformátory. V případě poruchy transformátoru je tak provoz datacentra zajištěn přes druhý transformátor a není nutné provoz zajišťovat po dobu poruchy provoz z dieselaagregátu, který je nákladnější.

### **3.2.2.4 Rozvaděče elektrické energie a jističe**

Mezi prvky elektrické sítě datacentra patří několik hierarchicky řazených rozvodných skříní. Rozvodné skříně pro nejvyšší výkony (jističe v desítkách Ampér) jsou umístěny ihned za přívod elektrické energie z transformátoru. Za nimi následují rozvodné skříně pro jednotlivé části sálu, jejichž počet a jejich využití záleží na velikosti a struktuře datacentra. Distribuce po sále končí posledními rozvodnými skříněmi, kde je několik desítek jističů, různých hodnot (10A, 16A, 32A,...) určených již pro jednotlivé zákazníky.

### **3.2.2.5 Redundance napájení**

Napájecí trasa od transformátoru k zákaznické technologii se skládá z několika již jmenovaných prvků. Ty mohou být důsledkem závady na zařízení a tím vzniklému přepětí či proudovému rázu z bezpečnostních důvodů pomocí jistících prvků odstaveny z provozu. Právě z tohoto důvodu bývá celá napájecí větev zdvojená, tedy redundantní. V optimální variantě počínaje dvěma transformátory, každým napojeným na jinou distribuční větev, přes dvě nezávislé trasy separátních UPS a vlastních dieselaagregátů, až přes samostatné rozvaděče a jističe k zákaznické technologii. Pro optimální využití těchto zdvojených cest je nezbytně nutné, aby zákazník měl pro tuto redundanci připravenou technologii se dvěma napájecími zdroji. Díky tomuto kompletnímu zdvojení je maximálně eliminován výpadek provozu serveru z hlediska odpojení napájení elektrické energie. Je nezbytně nutné, aby technologie datacentra, zajišťující přenos internetové konektivity, byla také napojena na zdvojené napájení.

### **3.2.2.6 Stejnospměrné napájení**

V datacentrech se zřídka také využívá stejnosměrné napájení DC 48V kromě standardního střídavého napájení (AC) 230V. Stejnospměrné napájení je využíváno více pro telefonní technologii, kde sloužilo k napájení, přes telefonní vedení, až koncového telefonního zařízení. V datacentrech je v drtivé většině využíváno jen napětí 230V AC a některá datacentra DC ani nenabízí.

V některých případech jsou některé páteřní technologie (routery, switche) uzpůsobeny na oba druhy, kdy DC je využito pro zálohu. DC pro nižší napětí má výhodu snazšího bateriového zálohování. Oproti tomu nespornou výhodou 230V DC je jeho široké využití.

## **3.2.3 Internetová konektivita**

Datacentra vznikla právě pro uchování dat sítě Internet a jejich distribuci. Obsah internetu je v drtivé většině uložen různě po světě v datacentrech. Jednotlivá datacentra se mezi sebou propojují do sítě s obsahem. Internet je tedy sít' sítí. Na druhé straně proti obsahu se propojují mezi sebou jednotliví uživatelé a tvoří sít' zákazníků Internetu, kteří z datacenter stahují Internetový obsah. Propojení sítí s obsahem, propojení uživatelů a propojení obou těchto stran mezi sebou se provádí v peeringových bodech.

### **3.2.3.1 Propojení s ostatními se děje právě zde**

Propojení uživatele stahujícího data ze sítě internet a uživatele poskytující svá data do internetu k dispozici ostatním se provádí v peeringových bodech.

Peering je pojmenování pro vzájemné propojení počítačové sítě dvou telekomunikačních společností za účelem výměny datového provozu. Pojem je používán především v oblasti internetu, kde se buď individuálně či hromadně na centrálních místech (exchange points) propojují sítě jednotlivých společností. Výsledkem vzájemného propojení všech takových sítí po celém světě je celosvětová sít' Internet. Peeringové uzly jsou vlastně páteří celého Internetu.

- **Peeringová centra**

Peeringová centra jsou centra, která propojují sítě a tvoří z nich ještě větší síť Internet.

- Významná veřejná peeringová centra ve světě.

Název peeringového centra	Město a země umístění peeringového centra	
NIX.CZ	Praha	Česká republika
SIX	Bratislava	Slovensko
LINX	Londýn	Velká Británie
VIX	Vídeň	Rakousko
DE-CIX	Frankfurt	Německo
MSK-IX	Moskva	Rusko
NYIIX	New York	USA
LAIIX	Los Angeles	USA
TOP-IX	Torino	Itálie
PARIX	Paříž	Francie
ESPANIX	Madrid	Španělsko
BIX	Budapešť	Maďarsko
NIX	Oslo	Norsko

**Tabulka 3: Významná peeringová centra ve světě**

**Zdroj: Internet**

- **NIX.CZ**

Neutral Internet eXchange - je zájmové sdružení právnických osob (založeno roku 1996), které sdružuje poskytovatele internetových služeb v České republice za účelem vzájemného propojení jejich počítačových sítí.

V únoru 2010 dosáhl datový tok přes NIX.CZ úrovně 120 Gbps (14)



Neutral Internet eXchange

**Obrázek 8: Logo českého veřejného peeringového bodu NIX (14)**

V peeringovém centru se vyměňují požadovaná data za nabízená data. Na následujícím obrázku je vidět vyrovnaný tok z pohledu peeringového centra.

Na rozhraní peeringového centra se mění tyto dva datové směry:

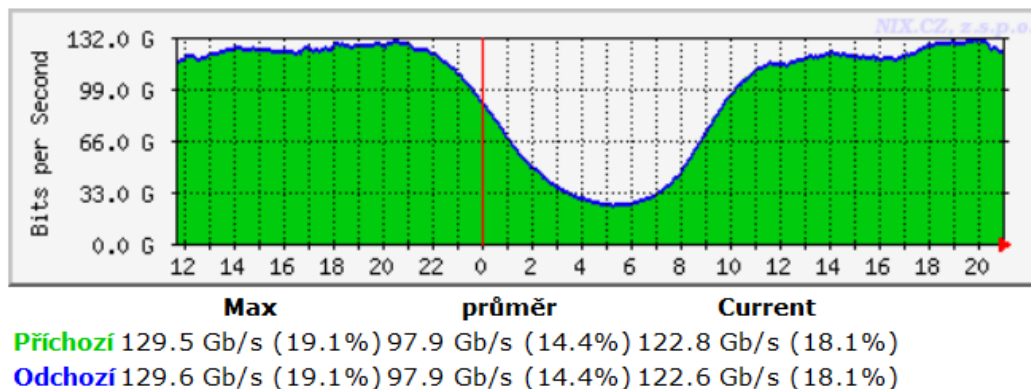
- Příchozí – data, která přicházejí do peeringového centra, tedy obsah internetu, který je uložen v datacentrech na serverech a je k dispozici uživatelům internetu
- Odchozí – data, která uživatelé internetu stahují/prohlíží pro své potřeby ze sítě.

Oba tyto datové směry (zelená plocha a modrá linka) jsou přesně vyrovnané, protože data, která z datacentra vstupují do NIXu jsou shodného objemu jako data, která z NIXu uživatelé stahují. Průběh „užívání“ internetu se mění v závislosti na denní době, jak je patrné z obrázku, tok v nočních hodinách. Před jeho ranním startem je zhruba čtvrtinový oproti svému odpolednímu maximu. (14)

### Statistika datového toku přes NIX.CZ

Popis: agregovaný tok celým uzlem  
Připojená kapacita: 678.6 Gbps  
Aktualizováno: **čtvrtek, 30. prosinec 2010 v 21:01**

#### Denní graf (pětiminutový průměr)



Obrázek 9: Statistika datového toku přes peeringový bod NIX.CZ (14)

Datacentra data poskytují a vlastní, ale hlavně s nimi obchodují. Data jsou vyměňována v peeringových centrech, kde tím vzniká klasický trh poptávky a nabídky. Poptávky mezi poskytovateli konektivity, kteří objem dat kupují a nabízejí svým zákazníkům, kteří chtějí data stahovat či prohlížet. A na druhé straně mezi vlastníky datového obsahu v datacentru, kteří se snaží svá data co nejdráž prodat.



### **3.2.3.2 Síťová infrastruktura**

Propoje mezi technologií v datacentru jsou v dnešní době realizovány převážně na metalických propojích o kapacitách do 1Gbps, díky limitování propustností metalického propoje a portů technologických prvků. Propoje mezi pátevní technologií jsou realizovány na optických vláknech o kapacitách v řádech Gbps. Minimální běžná rychlost pro každý zákaznický server je 100Mbps.

### **3.2.3.3 Internetový protokol**

Data se v síti Internet posílají po blocích nazývaných datagramy neboli datové pakety. Jednotlivé datagramy putují sítí zcela nezávisle, na začátku komunikace není potřeba navazovat spojení či jinak „připravovat cestu“ datům, přestože spolu třeba příslušné stroje nikdy předtím nekomunikovaly.

IP (anglicky Internet Protocol) je datový protokol používaný pro přenos dat přes paketové síť. Tvoří základní protokol dnešního internetu. Mezi hlavní protokoly internetu patří rodina protokolů TCP/IP, do které patří Internet Protocol (IP), Transmission Control Protocol (TCP), User Datagram Protocol (UDP) a další protokoly. Kromě rodiny protokolů TCP/IP jsou na internetu používány i další (aplikační) protokoly jako například: HTTP, DHCP, FTP, Telnet, SSH, POP3, IMAP, SMTP a další.

### **3.2.3.4 IP adresy**

Každé síťové rozhraní komunikující prostřednictvím IP má přiřazeno jednoznačný identifikátor, tzv. IP adresu. V každém datagramu je pak uvedena IP adresa odesílatele i příjemce. Na základě těchto adres pak směrovače (routery) na trase provádí rozhodnutí, jakým směrem paket odeslat, tzv. směrování (routing).

IP adresa je tedy unikátní číslo, které jednoznačně identifikuje síťové rozhraní v počítačové síti, která používá Internet protokol. V současné době je nejrozšířenější verze IPv4, která používá 32bitové adresy zapsané dekadicky po jednotlivých oktetech, například 192.168.0.1. Z důvodu nedostatku IPv4 adres dojde k nahrazení protokolem IPv6, který používá 128bitové IP adresy (IPv4 má miliardy adres, IPv6 stovky sextiliónů).

V únoru 2010 dosáhl datový tok přes NIX.CZ úroveň 120 Gbps (z toho datový tok protokolem IPv6 tvořil 120 Mbps, tedy tisícinu celkového toku; do prosince 2009 kromě ojedinělých výkyvů stagnoval pod 40 Mbps, poté zahájil strmý růst). Oproti období

o rok dříve se zhruba zdvojnásobil. Z čehož vyplývá razantní přechod provozu Internetu z IP adres verze IPv4 na IPv6 způsobený docházením IP adres (nebyť organizačních opatřeních zpřísnujících přidělování adres, zavedených v polovině 90. let, už by došly).

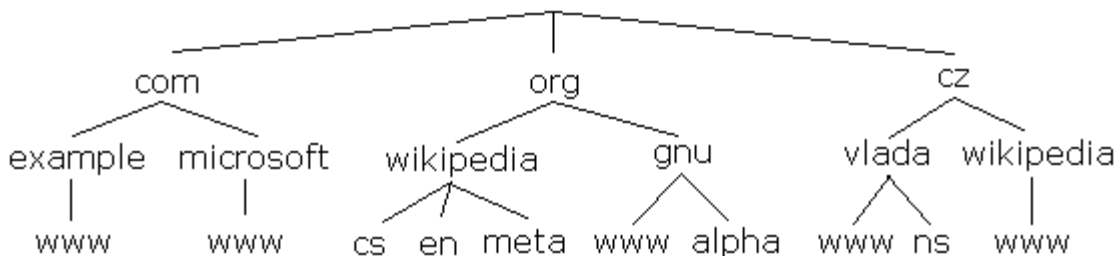
Přidělování IP adres v Evropě je řízeno komunitou RIPE (Réseaux IP Européens) což je otevřené fórum pro všechny se zájmem o technický rozvoj Internetu. Komunikace probíhá prostřednictvím e-mailové diskuse, pracovních skupin a mítinků.

Cílem komunity je zajištění koordinace správy, údržby a rozvoje Internetu. Komunita nastavuje a vylepšuje pravidla pro správu a distribuci internetových zdrojů (IP adresy a autonomní systémy) pomocí otevřeného a demokratického rozhodovacího procesu (RIPE Policy Development Process).

### 3.2.3.5 Domény

V datových centrech jsou umístěny různé internetové projekty, jako například eshopy, prezentační stránky firem, osobní stránky osob, informační stránky organizací a další. Jednotlivé stránky se mezi sebou rozlišují jednotným identifikačním znakem a tím je IP adresa serveru, na kterém se projekt nachází, případně jeho části. Aby si však lidé nemuseli pamatovat nic neříkající IP adresu pro jednotlivé projekty, resp. stránky, které je zajímají, tak vznikl překlad číselné identifikace na slovní označení, tzv. domény.

Příkladem doménového jména je `www.czu.cz`. Doménové jméno je tvořeno posloupností několika částí oddělených tečkami. Části jsou seřazeny podle obecnosti: první část (např. `cs`) je nejkonkrétnější, může popisovat jeden konkrétní počítač, poslední část (např. `org`) je nejobecnější, popisuje celou velkou skupinu počítačů a sítí. Poslední část se nazývá doména nejvyššího řádu (top-level domain, TLD) a popisuje rozdělení na země a obecné skupiny organizací. Části jsou také někdy číslovány (opět odzadu), takže např. `org` je doména 1. úrovně, `wikipedia.org` je doména 2. úrovně atd.



**Obrázek 10: Příklad stromu doménových jmen**

**Zdroj: Internet**

Pro zpětnou identifikaci IP adresy, kdy systém zjistí, že zadané slovní domény její IP adresu, slouží systém počítačů, který se označuje jako DNS (Domain Name System).

Domény jsou přidělovány registrátory domén a celkovou správu domén první úrovně .cz zajišťuje CZ.NIC, zájmové sdružení právnických osob.

### **3.2.3.6 Redundance konektivity**

Redundance neboli zálohování konektivity je stejně nezbytné jako zálohování elektrické energie. Bylo by až absurdní, kdyby byla zálohovaná jen jedna část, protože v případě výpadku nezálohované konektivity by server sice zůstal v běhu, ale nebyl by prezentován pro okolí.

Zálohování datového toku je realizováno přes zdvojenou síťovou infrastrukturu routerů a switchů. Při výpadku jedné části infrastruktury je provoz automaticky, bez jakéhokoliv přerušení, převeden na záložní větev.

Pro zálohu optické trasy vedoucí do datacentra je tato trasa minimálně zdvojena pro případ, že by došlo k poškození jedné z přírodních tras. Nezbytné je tedy napojení datacentra na kruhovou topologii sítě.

Za redundantní síť je tedy považována taková síť, která je odolná proti poruše kterékoliv ze svých částí.

### **3.2.3.7 Třídy datacenter - Tier I - IV**

Třídy datacenter jsou ve stupních Tier I – IV. Hodnocení datacenter dle níže uvedených kritérií. Jedinou oprávněnou institucí pro udělování těchto certifikátů je Uptime Institute, která má na tuto činnost patent.

Dle kritérií lze alespoň přibližně začlenit jakékoliv datacentrum pod určitý Tier. Pokud však společnost chce mít své datacentrum nejen zařazené, ale i certifikované, tak je nutné projít následující kroky:

- fáze certifikace designové dokumentace, tedy jak bylo datacentrum navrženo
- fáze návštěvy konzultantů, kteří porovnají rozdíly mezi skutečností a dokumenty

Následně je udělena certifikace certifikátem a plaketou.

V současné době je ve světě certifikováno přibližně jen 50 datacenter. Většina datacenter se pouze zařadí do určité skupiny, ale neabsolvují proces kolem získání

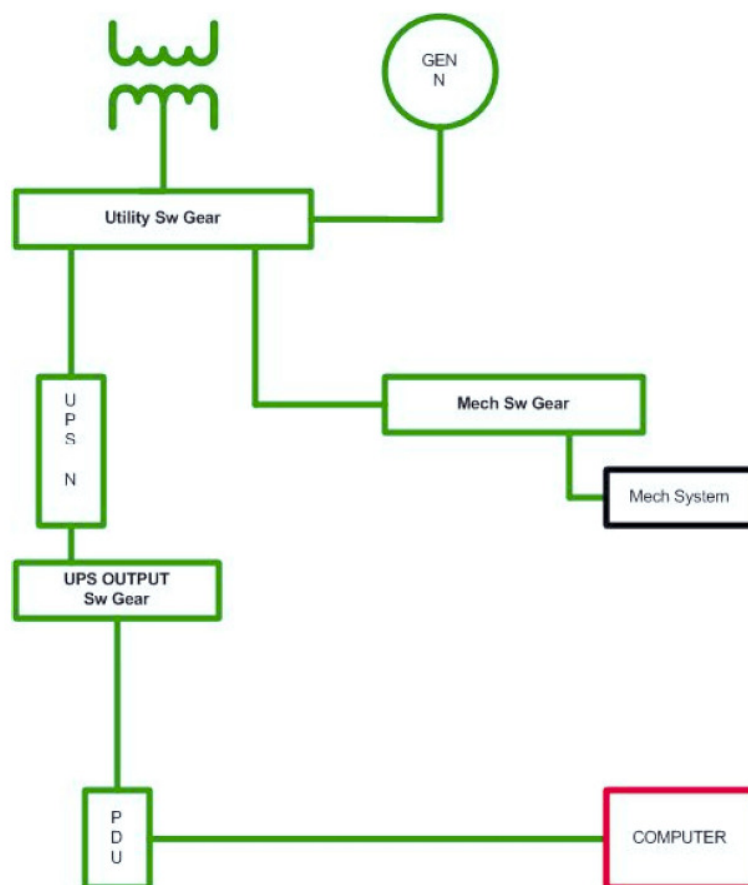
certifikace. V České republice je jedno datacentrum a to teprve ve fázi získávání certifikace Tier IV.

Pro zákazníky v České republice není nutná certifikace, protože není nutné a někdy téměř možné splnění všech kritérií. Jsou kritéria, která nejsou relevantní pro běh služby, ale přitom by na certifikaci měla velký vliv. (17)

- **Přehled dělení tříd dle zásadních kritérií**

- Tier I

Redundance: žádná  
Počet kanálů napájení, chlazení: 1  
Možná údržba za provozu? NE  
Odolné vůči závadě? NE  
Diverzifikovaný zhášecí systém? NE

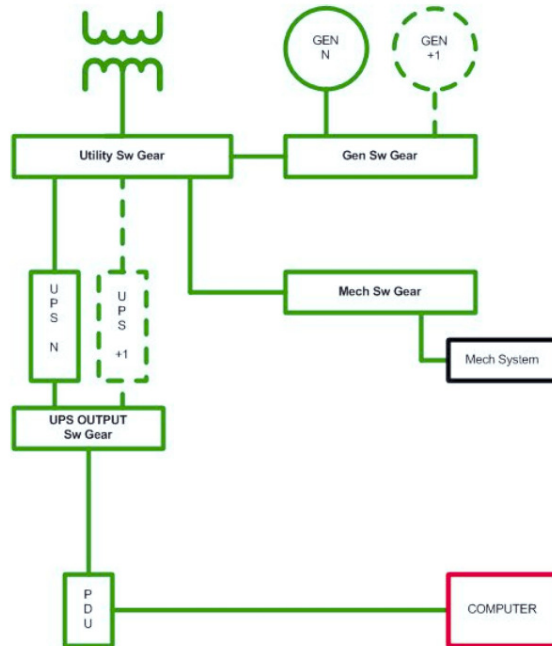


**Obrázek 11: Schéma elektrického zapojení Tier I**

**Zdroj: Archiv autora**

○ Tier II

Redundance: N+1  
Počet kanálů napájení, chlazení: 1  
Možná údržba za provozu? NE  
Odolné vůči závadě? NE  
Diverzifikovaný zhášecí systém? NE

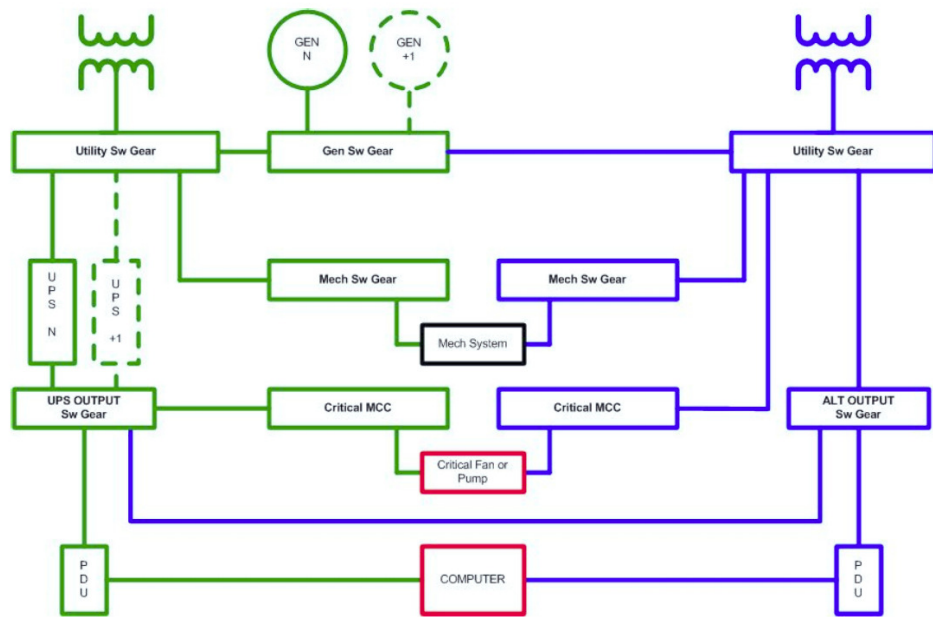


**Obrázek 12: Schéma elektrického zapojení Tier II**

**Zdroj: Archiv autora**

○ Tier III

Redundance: N+1  
Počet kanálů napájení, chlazení: 2  
Možná údržba za provozu? ANO  
Odolné vůči závadě? NE  
Diverzifikovaný zhášecí systém? NE

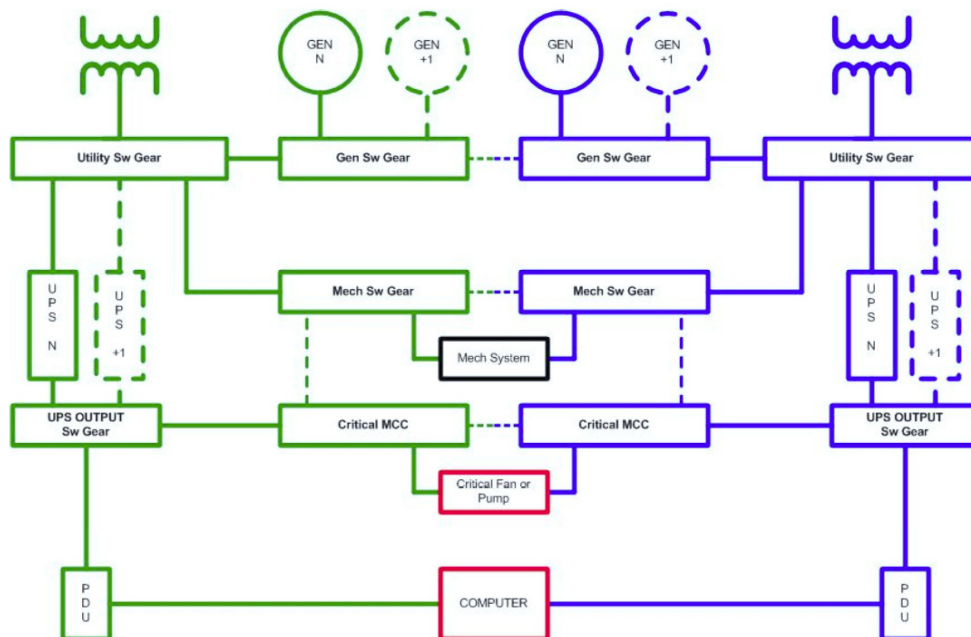


Obrázek 13: Schéma elektrického zapojení Tier III

Zdroj: Archiv autora

○ Tier IV

Redundance: S+S nebo 2x N+1  
 Počet kanálů napájení, chlazení: 2  
 Možná údržba za provozu? ANO  
 Odolné vůči závadě? ANO  
 Diverzifikovaný zážecí systém? ANO



Obrázek 14: Schéma elektrického zapojení Tier IV

Zdroj: Archiv autora

	<b>TIER I</b>	<b>TIER II</b>	<b>TIER III</b>	<b>TIER IV</b>
Typ budovy	pronájem	pronájem	samostatná	samostatná
Dohled v místě	-	5x9	1+Shifts	24x7x365
Typická počáteční výkonová hustota	1,9 - 2,8 kW/m <sup>2</sup>	3,7 – 4,7 kW/m <sup>2</sup>	3,7 – 5,6 kW/m <sup>2</sup>	4,6 – 7,4 kW/m <sup>2</sup>
Typická koncová výkonová hustota	1,9 - 2,8 kW/m <sup>2</sup>	3,7 – 4,7 kW/m <sup>2</sup>	9,3 – 13,9 kW/m <sup>2</sup>	13,9 a více kW/m <sup>2</sup>
Nepřerušitelné chlazení	Ne	Ne	snad	ANO
% zvýšení nosnosti podlahy	20%	30%	80-90+%	100+%
Zvýšená podlaha	30,5 cm	46 cm	76-91 cm <sup>2</sup>	76-91 cm <sup>2</sup>
Zatížení podlahy kg/m <sup>2</sup>	279	328	492	492 a více
Napětí (typical)	208, 480	208, 480	12-15 kV <sup>2</sup>	12-15 kV <sup>2</sup>
Pravděpodobnost poruchy	Často + lidská chyba	Často + lidská chyba	Občas + lidská chyba	Nikdy + požár a EPO (nouzové vypnutí)
Roční výpadky způsobené infrastrukturou	28.8 hodin	22.0 hodin	1.6 hodin	0.8 hodin
Dostupnost	99,67%	99,75%	99,98%	99,99%
Doba potřebná k implementaci (měsíce)	3	3-6	15-20	15-20
V praxi od roku	1965	1970	1985	1995

**Tabulka 4: Typické TIER atributy**

**Zdroj: Archiv autora**

### 3.2.3.8 SLA

SLA (Service Level Agreement) dohoda mezi poskytovatelem a zákazníkem o úrovni služby. Čím vyšší SLA tím dle následujícího vzorce je zabezpečená větší dostupnost služby.

Hodnota SLA je často určována jako reálná hodnota dle statistického zhodnocení běhu služby za poslední sledované období. Někdy je SLA také určováno dle nabídky pro klienta a jedná se o obchodní SLA, které není založeno na reálném běhu služby

$$\text{Dostupnost služby} = \frac{\text{celková doba služby} - \text{doba výpadku}}{\text{celková doba služby}} \times 100 \%$$

Obchodní SLA je spojené také s penalizací za jeho případné nedodržení. Penalizace je často určena jako procentuelní srážka z měsíční platby za službu dle času [minut] nad dohodnuté SLA.

Technické SLA určité úrovně je také nezbytnou podmínkou k získání certifikátu pro ohodnocení datacentra Tier I – IV.

## 3.3 Prostor

Kapitola vysvětluje prostor jako lokalitu umístění datacentra, tak i jako prostoru a jeho rozvržení datacentra samotného. Nezapomíná také na popis prostoru jako definici pronajímané jednotky.

### 3.3.1 Lokalita pro datacentrum

Místo pro datacentrum se volí dle několika separátních faktorů.

- **Dopravní dostupnost**

Datacentrum soukromé bude nejlépe v rámci jedné budovy spolu s firmou, které patří a co nejbližší IT oddělení, které se o technologii stará. Datacentrum komerční bude umístěno dle jeho zaměření. Pokud jde o zaměření na malé a střední zákazníky, tak jich určitě většina z nich bude volit datacentrum pro svůj server dle dopravní dostupnosti městskou dopravou, někteří, stejně jako obyvatelé okolních měst, budou volit dobrou dopravní dostupnost autem a za samozřejmé budou pokládat zajištěné parkování. Další skupinou, která má také svá specifika jsou datacentra pro velké zákazníky, datacentrové haly, nebo celé průmyslové komplexy stojící třeba i v samostatných oblastech někde v polích. Tato datacentra se oproti komerčním budují mimo zastavěné oblasti, kde je hlavně dobrá dostupnost autem, díky své rozloze i bezproblémové parkování, většinou doplněné i o parkování velkých nákladních aut přímo u vstupu do datacentra, aby bylo možné jednoduše stěhovat větší množství technologie.

- **Elektrická energie a internetová infrastruktura**

Pro umístění datacentra je důležitá pozice vůči dostatečnému příkonu elektrické energie. Nejlépe přívod ze dvou nezávislých elektrických sítí, kvůli záloze a s dostatečně naddimenzovaným příkonem.

Důležitá je též pozice optických tras vedoucích k budově, minimálně ze dvou nezávislých směrů, obdobně jako elektrická energie. Vzhledem k tomu, že je kabeláž vedena zemí, tak jí hrozí riziko mechanického přerušení a tedy skoro existenční konec datacentra. Toto riziko musí být eliminováno.



### ▪ **Struktura budovy**

Pro výběr datacentra je také důležitá stavba budovy. Vícepatrová budova se může snadno stát cílem teroristického útoku. U vícepatrové budovy kombinované s kancelářskými patry nad datacentrem je rizikem vytopení datacentra při případném požárním zásahu v patrech nad datacentrem. U jednopatrové budovy s nedokonalou střechou může docházet k zatékání při dešti nebo sněhu. Proto vyplývá, že nejbezpečnější datacentra jsou umístěna pod zemí. Zajímavostí je datacentrum White Mountains společnosti Bahnhof ve Stockholmu, které je celé ukryté ve skále. Pod zemí nebo ve skále jsou kladeny nižší nároky na chlazení oproti serverovně v budově.

### ▪ **Bezpečnost lokality**

Pro výběr lokality jsou nezanedbatelná kritéria bezpečnostní, jako například ochrana proti přírodním a jiným pohromám. Z hlediska přírodních vlivů je důležité stavět datacentrum mimo záplavovou oblast, mimo oblast s rizikem sesuvu půdy či zvýšeného výskytu zemětřesení.

Z hlediska ostatních nebezpečí, kterým je potřeba předejít jsou oblasti kolem letišť a letových drah pro eliminaci letecké havárie, v bezprostřední blízkosti kolem silnic pro eliminaci nárazu vozidla přímo do budovy a další rizika.

### ▪ **Datacentra mobilní**

Z hlediska lokality za zmínku také stojí datacentra mobilní neboli datacentra realizovaná jako samostatný celek v přepravním kontejneru. Výhodou těchto datacenter je možnost stěhovat je na různé akce a tam kde je zrovna potřeba, například na místa po havárii „kamenného“ datacentra. Kontejnerová datacentra mohou sloužit pro určité výzkumné projekty nebo pro testování technologie. Takto konstruovaná datacentra lze mezisebou vzájemně propojovat a navyšovat tak jejich kapacitu a v případě poruchy jednoho kontejneru se provoz jen přepojí na druhý kontejner a lze dále pokračovat. Výhodou je tedy také snadné vytváření redundance například v konfiguraci n+1. Nevýhodou těchto datacenter jsou vysoké pořizovací náklady a malá variabilnost vnitřního prostoru a tím i možnosti rozšiřování. (16)



Obrázek 15: datacentrum v kontejneru SUN Microsystems (16)

#### ▪ Hygienické normy

V souvislosti s výběrem lokality, je nutné kalkulovat plnění hygienických norem, jak uvnitř datacentra, tak i vzhledem datacentra k okolí. K okolí zejména v lokalitách, kde je hustá obytná zástavba a datacentrum se snaží co nejvíce přiblížit k zákazníkovi. Hygienické normy uvnitř datacentra nejsou tak náročné. Pracoviště supportu je většinou umístěné mimo prostor datacentra a tedy mimo hlukové, teplotní a jiné ovlivňování pracovního prostředí. Datacentrum je pro support jen krátkodobé pracoviště, nikoliv pracoviště pro trvalý provoz. O to ale více náročnější je plnění norem datacentra ve vztahu k okolí. Datacentrum má v nejbližším okolí velmi výkonné dieselaagregáty, které musí splňovat hlukové hygienické normy. Podobně jsou na tom venkovní klimatizační jednotky, které oproti dieselu sice nemají výfukové plyny, ale zase mají nepřetržitý provoz 24/7/365 a tak musí splňovat i ty nejpřísnější hygienické hlukové podmínky pro noční provoz.

### 3.3.2 Rozvržení datacentra

Datacentrum má své specifické úseky. Jako hlavní je rozdělení na úsek technický a prostor pro umístěvanou technologii.

Technické zázemí, které je v komerčních datacentrech uzamčeno před přístupem zákazníka obsahuje technologii jako sklady baterií pro UPS, hlavní a vedlejší elektrické rozvody, pátevní prvky datové sítě a další technické vybavení.

Prostor pro umístění technologie může být postaven formou openspace, kde veškerá zákaznická technologie se nachází v jednom sálu. V případě nutnosti vyššího fyzického zabezpečení technologie konkrétního zákazníka jí lze ohradit klecí či rozdělit celkovou plochu datacentra na menší oddělené prostory s řízeným přístupem.

Pro zákazníky je přístupná jen část se zákaznickou technologií a případné prostory pro zákazníky, kde si zákazník může pracovat na své technologii.

### **3.3.3 Velikost pronajímané jednotky**

Prostor datacentra se pro účely kalkulace nákladů, přípravy nabídek pronájmu prostor a další, dělí na různé druhy pronajímaných jednotek.

#### **3.3.3.1 Rack**

Nejčastěji používaný termín v komunikaci ohledně prostoru v datacentru je bezesporu rack. Od něj se odvíjí jak menší, tak i větší prostory.

Rack je standardizovaný systém umožňující přehlednou montáž a propojování různých elektrických a elektronických zařízení spolu s vyústěním kabelových rozvodů do sloupců nad sebe v ocelovém rámu. Rám je tvořen dvěma plochými kolejnicemi, vzdálenými od sebe přibližně 18 palců (457 mm). V kolejnicích jsou čtvercové nebo kulaté otvory, s vodorovnou roztečí 19 palců (483 mm). Pro označení technologické se tedy také někdy používá označení 19“ rack . Ve svislém směru je rack členěn na jednotky „U“ o velikosti 1,75 palce (44,45 mm). Hovorově běžně používané „účko“. Pro jednu U jsou v rámu tři otvory. Zařízení montovaná do rámu mají po stranách úchytky s otvory o stejné rozteči, a jejich výška odpovídá násobku U.

Hloubka racků je v rozměrech od 60 cm (pro montáž starších, ne mnoho hlubokých serverů) až po v dnešní době více používané a pro technologii univerzálnější racky hluboké 80, 90, 100 až 120cm.

Celé standardizované racky měří většinou 42U, tedy 200cm nebo nadstandardně vysoké racky a to 47U tedy 220cm. Vyšší racky by byly v horních pozicích těžko přístupné. Nižší racky se dělají také. Například pro možnost pro zákazníka uzamknout menší prostor, tedy menší počet „úček“ Běžně lze koupit půlrack, čtvtrtrack, nebo jen 10U,

5U a další atypické velikosti. Díky standardizovanému rozměru lze jednoduše tyto menší racky stavět na sebe.

### **3.3.3.2 Jednotka „U“**

Prostor racku lze prodávat jako celé racky, nebo jejich části. Části racků se počítají na jednotlivé U jednotky. Zákazník si tak objednává určitý počet jednotek pro svou technologii, za které platí pronájem. Na jednotlivé U jednotky lze také rozpočítat náklady na provoz datacentra.

### **3.3.3.3 Server**

Rackmountové servery (servery, standardizované pro umístění do racku) bývají velikosti 1U a její násobky až do cca 10U u blade serverů. Oproti tomu, starší klasické servery v PC case jsou velmi rozdílných rozměrů a počítají se na kusy a bývají umístěny na policích, kam jsou přivedeny kabely pro napájení a pro elektrickou energii.

### **3.3.3.4 Plocha datacentra**

Prostor datacentra lze kalkulovat také jako plochu, na kterou je naddimenzovaná určitá elektrická energie, určitý výkon a ostatní náklady rozpočítané na metr čtvereční.

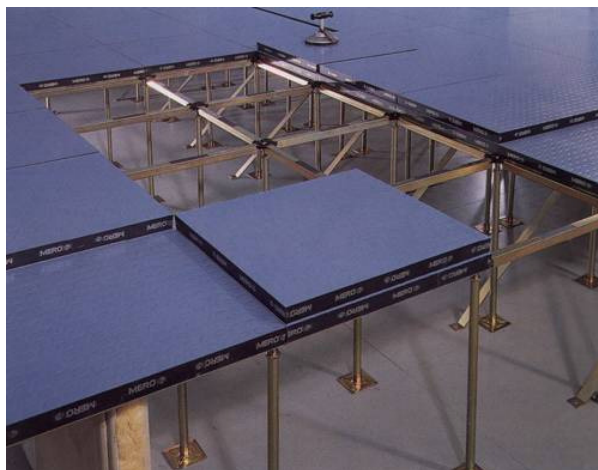
Pro zákazníka lze pak plochu pronajmout jako část celkové plochy datacentra, kam si zákazník umístí své vlastní racky. Prostor může od zbytku datacentra být neoddělen, nebo může být oddělen z bezpečnostních důvodů klecí či dokonce může být realizován jako kompletně oddělená místnost.

## **3.3.4 Datacentrum v řezu**

Kapitola rozebírá prostor datacentra z pohledu bokorysu. Tedy výška a využití zdvojené podlahy a podhledu a zbylá světlá výška prostoru pro umístování technologie.

- **Podlaha**

Podlaha datacentra bývá zdvojená pro účely vedení a snadnou manipulaci s napájecí a síťovou kabeláží pod podlahou.



**Obrázek 16: Konstrukce dvojité podlahy (7)**

Vedení kabeláže pod podlahou je přehlednější a snadněji lze trasy měnit, než do technologických skříní přivádět kabeláž z vrchu. Jde také o snazší plánování využití prostoru, kdy se dá kabeláž natáhnout kdekoliv v datacentru a mít možnost libovolného pozměňování plánu rozmístění díky variabilitě podpodlahových tras.

Vedení kabelů po povrchu je zcela nevhodné pro jakoukoliv velikost datacentra. Z hlediska nevhodnosti, zadržování prachu mezi kabely, znesnadnění úklidu, nebezpečí zakopnutí o kabel, nebo poškození kabelu.

Vedení kabeláže z vrchu do racku je náročnější, méně estetické a neumožňuje velké změny tras například v souvislosti s rozmístěním osvětlení. Dvojitá podlaha ve většině případů také souvisí s využitým způsobem chlazení. Pokud jde o chlazení vzduchem proudícím pod podlahou, tedy systémem využitým ve většině moderních datacenter, tak je dvojitá podlaha nutností.

Výška dvojité podlahy závisí na množství kabeláže pod podlahou, množství ostatních rozvodů pod podlahou a hlavně na množství vzduchu, který pod podlahou bude proudit. Tedy závislost na ploše datacentra, chladícím výkonu a uspořádání prostoru. Výška dvojité podlahy v datacentrech, kde je kabeláž vedena pod podlahou a proudění vzduchu je také zajišťováno pod podlahou, je doporučena 50-100 cm. Naopak například v soukromých malých serverovnách, kde je vzduch vháněn pouze do celého prostoru mezi technologií a dvojitá podlaha tak slouží jen k zakrytí kabeláže, tak postačí podlaha 15-50 cm, závisí na velikosti a uspořádání serverovny, tedy počtu kabelů souběžně vedoucích. Výška podlahy 15cm je minimální pro umístění rámu podlahy a kabelových roštů.

V případě, že je kabeláž vedena vrchem a proudění chladného vzduchu je prostorové, není dvojitá podlaha vůbec nutná.

Dvojitá podlaha je nejčastěji tvořena soustavou stojek ostatních subkonstrukčních dílů tvořících rastr o rozměru nejčastěji 600 x 600 mm. Na tento ocelový rám se dále pokládají speciální desky, nejčastěji z hutné dřevotřísky o tloušťce cca 4 cm. Horní příruba stojky je opatřena distanční podložkou ze speciální vodivé plastické hmoty, která mimo přesného vymezení rohového styku desek plní i funkci absorbéru pro snížení kročejové hlučnosti. Velkou výhodou takto panelově tvořené podlahy je i její rozebíratelnost a možnost práce v „podpodlahovém“ prostoru. Dřevotřískové panely jsou z lícové strany opatřeny vybraným povrchem (PVC, lino, Al folie...) s povrchovou aplikací v antistatickém, elektrostatickém nebo normálním provedení. Z rubové strany pozinkovaným plechem 0,5mm. Boky panelů jsou kryty páskou z plastické hmoty, která zaručuje maximální rozměrovou toleranci, ochranu proti vlhkosti a těsnost systému. Panely jsou volně kladené na výškově rektifikovatelné stojky, lepené ke stavební konstrukci.

Podlahové desky jsou také v provedení perforované desky pro zajištění průchodnosti vzduchu do studených uliček. Variantně lze perforované desky volit i s regulovatelnou průchodností vzduchu.

Podlahové soustavy nejčastěji dosahují těchto parametrů:

- stavební výška od 80 mm
- zatížitelnost plošná od 1.500 kg/m<sup>2</sup> (bodová od 300 kg)
- hořlavost ČSN / DIN C1 / B1 - těžce hořlavá nebo DIN A / A1 - nehořlavá
- požární odolnost REI30D3 nebo REI30D1
- svodový odpor  $\leq 10.7$  ohmů (výsledný svodový odpor závisí na povrchu)
- kročejový útlum  $R_{L,W,P}$  48-55 dB (hodnota bez povrchové aplikace)

Podlaha technických místností, kde vede velké množství kabeláže, bývá také dvojitá s dostatečnou zatížitelností na umístěvané prvky, například elektrické rozvaděče. Místnosti, kde není velké množství kabeláže, nebo se kabeláž nevede po podlaze, není nutné osazovat nákladnou dvojitou podlahou. Postačí klasický beton, panel bez povrchové úpravy nebo dlažba, linoleum nebo PVC, či speciální nátěr. V prostoru velmi specifickém, například místnost s dieselagregátem, nebo olejovým transformátorem musí být podlaha řešena dle konkrétních požadavků výrobce těchto technologií a bývá zajištěna speciální vanou proti úniku oleje, nafty nebo jiných kapalin.(7)

- **Podhled**

Často je v datacentrech upraven také strop místnosti a to rozebíratelným technologickým kazetovým podhledem. Podhled lze využít pro vedení potrubí s hasicím plynem, kde skrz strop jsou vyvedeny trysky pro vypouštění plynu do prostoru datacentra.

Pokud je v datacentru prostor pro vybudování podhledu vysokého minimálně 30cm, lze jej pomocí perforovaných desek využít k odsávání teplého vzduchu z teplých uliček.

- **Světlá výška datacentra**

Samotný prostor datacentra pro technologii závisí na výšce umístované technologie, na zvoleném způsobu odsávání teplého vzduchu (podhledem či odsáváním pod stropem bez podhledu).

### **3.4 Zabezpečení**

V datacentrech jsou uchovávány velice nákladné technologie, velice cenná data a software. Hodnota zákaznické technologie, SW, know-how a dat je mnohdy rovna hodnotě společnosti zákazníka. Proto je nutné zajistit bezpečnost datacentra, uchovávaných dat a umístěné technologie.

#### **3.4.1 Fyzická bezpečnost**

- **Zabezpečení a ostraha objektu.**

Prvním krokem zabezpečení datacentra je samotné zabezpečení budovy. Fyzická ostraha objektu je samozřejmostí u budov s datacentry. Dalším stupněm zabezpečení je pracoviště supportu. Support kromě dalšího bezpečnostního stupně slouží jako pomocná ruka pro zákazníky. Většina datacenter má obě pracoviště ve směnném režimu tedy nonstop provoz 24/7/365. Samotné datacentrum je ještě uzamčeno a chráněno alarmem s automatickou detekcí pohybu.

- **Řízení přístupu.**

Je vhodné evidovat přístupy veškerých osob a jejich činnost. Před vstupem do datacentra je nutné provádět autorizaci vstupujících osob. Evidence je prováděna pomocí:

- identifikace osob

osoby jsou identifikovány pomocí osobních identifikačních karet (občanský průkaz, pas...) nebo pomocí karet vydaných datacentrem pro oprávněné osoby. Osoby lze identifikovat také pomocí moderních zařízení, jako jsou například biometrické čtečky.

Dále jsou osoby autorizovány pomocí:

- Autorizační systém

Osoby jsou porovnány s databází zákazníků včetně jejich konkrétního oprávnění (přístup, odnos technologie...)

- Evidence přístupů

Poslední důležitou fází je uchování historie přístupu pro případnou reklamaci či řešení sporů a jako přehled pro zákazníka a poskytovatele datacentra.

- **Kamerový systém**

Osoby, které vstoupily do datacentra, pracují pod dohledem pracovníka supportu a kamerového systému se záznamovým zařízením.

### **3.4.2 Požární bezpečnost**

Jednou z hlavních funkcí, kterou datacentrum musí zastávat je zajištění proti požáru. Zdrojem požáru může být závada na jakémkoliv vybavení datacentra nebo na jakékoliv zákaznické technologii. A to například z důvodu zkratu, přetížení, poškození kabeláže, přehřívání a další. Snahou je rizika eliminovat, ale jejich úplné vyloučení není nikdy možné.

#### **3.4.2.1 Prevence**

Nejprve je nutné zajistit prevenci a zabránit možnosti vzniku požáru.

- Správnou vlhkostí vzduchu zabránit vzniku statické elektřiny.
- Pravidelně provádět kontroly zařízení a povinné revize.
- Veškerou technologii mít řádně uzemněnu.



- U zákaznických technologií kontrolovat zda nedochází k přehřívání
- Umisťovat pouze homologované zařízení a ne nekvalitní technologii
- Dbát na bezpečnost práce

### **3.4.2.2 Detekce požáru**

Ve všech prostorech datacentra je nezbytně nutné rozmístit čidla na detekci kouře. Čidla jsou vzájemně propojena z důvodu zajištění logiky, aby ústředna eliminovala náhodné poplachy a nevyhodnotila situaci nevhodně spuštěním nákladného hasicího zařízení. Pro menší lokální požáry není nutné spouštět celý systém, který zabrání hoření v celém prostoru datacentra, ale je vhodnější lokální zdroj ohně uhasit hasicím přístrojem, který by v datacentru neměl na vhodných místech chybět a měl by tak doplňovat komplexní systém.

### **3.4.2.3 Stabilní hasicí zařízení (SHZ)**

Automatický systém obsahuje ústřednu sbírající signály z detektorů požáru a v případě požáru spouští zvukový a světelný alarm pro upozornění na nebezpečí. Systém dále obsahuje nouzová tlačítka pro možnost okamžitého zastavení procesu hašení nebo naopak tlačítko na možnost okamžitého spuštění hašení.

Samotná část systému distribuce plynu se skládá z lahví s plynem s ventily napojenými na řídicí ústřednu a z potrubí pro rozvod plynu k tryskám rozmístěných po datacentru.

V případě, že ústředna vyhodnotí pomocí alespoň dvou detektorů požár, dá pokyn ventilům na tlakových lahvích (bombách), které se otevřou, a pod velkým tlakem je plyn vypuštěn do celého prostoru datacentra. V této fázi dochází také k vypnutí systému ventilace a klimatizace a uzavření veškerých klapek, aby nedocházelo k úniku hasiva. Během několika sekund je tak požár zadušen.

Jako hasivo se využívá speciální elektricky nevodivý plyn, který nijak nepoškozuje a ani neznečišťuje elektrické zařízení. Nejčastěji se používá plyn FM-200 nebo Novec 1230, nebo plyn CO<sub>2</sub> nebo inertní plyny. Tyto plyny nejsou lidskému životu nebezpečné, a pokud člověk v prostoru zůstane, tak je pro něj větší riziko šoku z velké rány, která doprovází výbuch patron na tlakových lahvích, když dojde k uvolnění plynu do

prostoru. Plyny dle druhu z prostoru vytlačí kyslík pouze na určitou hladinu, kdy již nedochází k hoření, ale pro člověka postačuje k dýchání nebo pracují na principu absorpce tepla z plamenů. Jiné hasivo, nešetrné k technologii, které je stále pod proudem, je vyloučené.

### 3.4.3 Bezpečnost dat

Primární zabezpečení datacentra proti fyzickému vniknutí a proti požáru, patří mezi základní funkce datacentra. Na druhé straně i ze strany zákazníka je nutné pracovat na eliminaci ztráty dat a to například zálohováním technologie a zálohováním dat.

Záloha dat je možné provádět několika způsoby:

- Záloha na záložní interní disk

Data jsou automaticky ukládána na minimálně dva vnitřní disky serveru a v případě závady jednoho disku jsou veškerá data na disku druhém. Tato záloha je považována za základní, ale její nevýhodou je ztráta dat v případě poškození celého serveru. Pro tuto variantu je vhodnější následující záloha.

- Záloha na externí disk

Připojením externího disku zajistíme zálohu dat na médium vně serveru a tím eliminujeme ztrátu data v případě výpadku serveru. Externí disk pak stačí připojit k novému serveru a provoz může být obnoven. Tato varianta bohužel nezabrání ztrátě dat například v případě požáru serveru a jeho blízkého okolí, tedy i přídavného disku.

- Geograficky odlišné místo

Pro nejvíce kritickou variantu kdy dojde k zničení, nebo výpadku celého datacentra existuje možnost ukládání dat na externí disk, který je umístěn v jiném datacentru, dokonce i v jiném městě a u jiného poskytovatele a je připojen k serveru přes internetovou linku.

### 3.4.4 Monitorovací systémy

Pro větší bezpečí datacentra jsou instalovány i různé monitorovací systémy. Nejčastěji jsou to systémy od dodavatelů jednotlivých technologických prvků, které v datacentru jsou a zajišťují jeho chod.

Dodavatelé klimatizačních jednotek spolu s jednotkami dodají systém pro sledování nastavených teplot, vlhkosti, stavu ON/OFF jednotlivých modulů, sledování zvlášť venkovních a vnitřních jednotek klimatizací a dalších hodnot. I dodavatelé a výrobci dieselagregátů a UPS dodávají svou technologii s monitorovacím systémem.

Software sledující stav dieselagregátu monitoruje hladinu nafty v nádržích, při zátěži je schopen měřit hodnotu odebírané elektrické energie a ukázat i dobu, po kterou je schopen tento výkon dodávat z hlediska spotřeby nafty, sledovat historii startů a vydaného výkonu, sledovat periodu pravidelných servisních kontrol a dále.

Systém pro monitorování stavu UPS sleduje stav nabití akumulátorů, při zátěži umí vypočítat zbývající čas, po který jsou baterie schopné dodávat hodnotu výkonu, na který jsou aktuálně zatíženy. Samotné UPS také mohou zobrazovat a přes rozhraní správy zasílat tuto informaci na centrální dohledový pult, stav jednotlivých prvků, které jsou momentálně zatíženy. Zobrazit, jestli jsou nebo nejsou některé části „obejity“ přes bypass, který umožňuje vyřazení určitých cest pro účely správy a servisu.

Síťové prvky datacentra, routery, switche, optické zesilovače a další jsou samozřejmě monitorovány také.

Dále i drobná technika, jako například teploměry, vlhkoměry, kouřová čidla, čidla na sledování úniku plynu a další, pomáhá sledovat v datacentru parametry, které jsou mnohdy zákazníkovi i smluvně deklarovány a je důležité je sledovat a naměřené hodnoty korigovat.

Veškerá infrastruktura datacentra má tedy svůj sofistikovaný monitorovací systém. Pro přehlednost informací pro technickou podporu datacentra lze výstupy z jednotlivých monitorovacích zařízení sloučit do centrálního dohledového systému, který hodnoty zobrazí dle důležitosti, u informací z více zdrojů využívá nejpřesnější hodnoty a případně odvozuje hodnoty nové, které lze dopočítat ze stávajících hodnot. S informacemi se dá dále pak snadněji pracovat pro určité analýzy, které nám zobrazují vytížení jednotlivých prvků a tedy nutnost jejich posílení a nakoupení nové technologie, plánovat

rozmístění zátěže a naopak rozmístění chladícího výkonu. Informace lze dále archivovat a mít možnost se v budoucnu vracet ke starším měřením.

Společný dohledový systém pak může pracovat s informačním systémem správce datacentra a sdílet informace dle libosti. Společný dohledový systém lze rozšiřovat o informace, které je nutné třeba i odečítat osobně, nebo hodnotit subjektivně. Plánování rozmístění technologie pro optimální využití prostoru využívá i informace například o spotřebách zákaznických serverů, jejich procentuální zaplnění pronajatého prostoru a další.

## **4. Případová studie datacentra**

Studie provází výstavbou datacentra od výběru prostor, přes návrhy kalkulací klimatizačních jednotek po finální doporučení. Případová studie je primárně zaměřena na posouzení a návrh systému přesné klimatizace s možností etapizace výstavby podle rozšiřování technologické tepelné zátěže.

Studie počítá s obvykle používanými systémy chlazení pro IT provozovny.

### **4.1 Výběr lokality a objektu**

Výběr lokality byl proveden dle kritérií uvedených v kapitole „Lokalita pro datacentrum“ a vzhledem k možnostem firmy byla zvolena možnost budování datacentra ve stávajícím objektu s ohledem na stav objektu a jeho začlenění v současné bytové zástavbě.

Vybraný objekt je dvoupodlažní a v jeho přízemí je umístěna kabelovna. Konstrukce objektu je ze železobetonových sloupů a vodorovných nosníků, podlahy 1.NP jsou z panelů. Střecha je plochá, dvouplášťová.

### **4.2 Výběr systémů chlazení**

Vzhledem k umístění objektu v bytové zástavbě jsou klimatizační systémy limitovány stavební dispozicí a jednotky musí být navrženy s ohledem na splnění hlukových limitů ve venkovním prostoru u okolní bytové zástavby.

Návrh systémů klimatizace vychází z předpokládané výstavby IT sálů v etapách, přičemž první etapa výstavby je uvažována v časovém horizontu 2 až 5 let s počáteční plochou cca 200 m<sup>2</sup>.

V dalších etapách je uvažováno s rozšířením provozu technologických sálů o plochu cca 200 m<sup>2</sup>. Zadaná tepelná zátěž prostoru multifunkčních sálů od technologického vybavení je 1 kW /m<sup>2</sup>. Parametry klimatických provozních podmínek 21± 2° C, relativní vlhkost 45± 15 %.

Klimatizační zařízení musí pracovat v režimu n+1, tak aby návrh a provoz klimatizace odpovídal obecným předpisům a požadavkům na bezpečnost provozu technologie (TIER4).

#### **4.2.1 Varianty systému chlazení**

- **Varianta I.**

Přímé chlazení s odparem chladiva a kondenzačními jednotkami ve venkovním prostoru

- **Varianta II.**

Zařízení s freecoolingem, jednotky s kondenzátorem, který je chlazen glykolem

Na střeše objektu jsou suché chladiče pro chlazení glykolu.

- **Varianta III.**

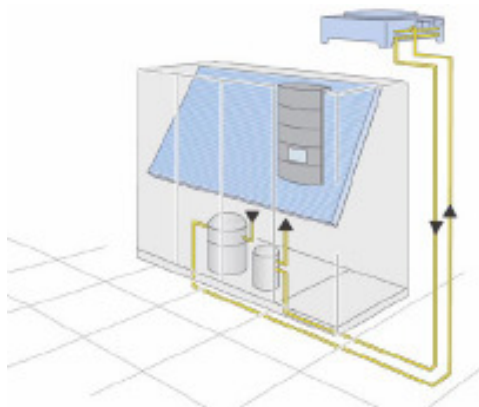
Klimatizační zařízení s jednotkami s vodním výměníkem. Zdroj chlazeného media je chiller s freecoolingem.

#### **4.2.2 Popis jednotlivých variant chlazení**

- **Varianta I. – Klimatizační jednotky s přímým odparem chladiva a vzduchem chlazenými kondenzátory na střeše objektu**

Klimatizační zařízení je typu split, tzn. vnitřní klimatizační jednotka je vybavena chladícím okruhem s odděleným kondenzátorem, který je umístěn na střeše. Vnitřní jednotka je v prostoru sálu a je propojena s kondenzační jednotkou potrubím pro vedení chladiva.

Zařízení tohoto typu je investičně nejlevnější a provozně nejjednodušší, ale v nákladech na provoz nejdražší. Stavební úpravy pro tento typ jsou minimální.

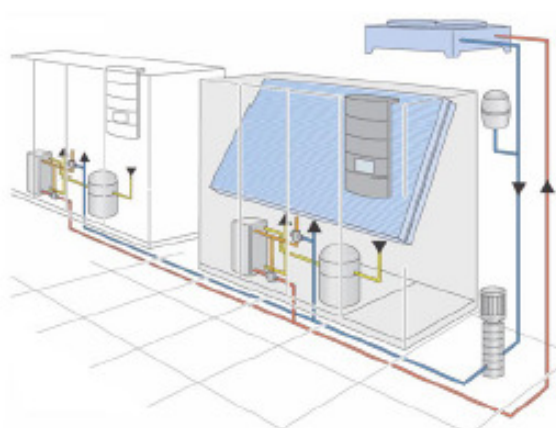


**Obrázek 17: Schéma jednotkové klimatizace s přímým odparem chladiva**

**Zdroj: Archiv autora**

- **Varianta II. – Klimatizační jednotky s glykolovým okruhem a pro freecooling pro chlazení kondenzátoru kompresorového chladicího okruhu**

Klimatizační jednotky s kompresorovým chlazením s kondenzátorem chladicího okruhu, který je chlazen glykolovou náplní vychlazovanou v suchých chladičích na střeše objektu. Řízení freecoolingu je optimalizováno s ohledem na co neúspornější provoz při daných vstupních teplotách chladicího vzduchu.

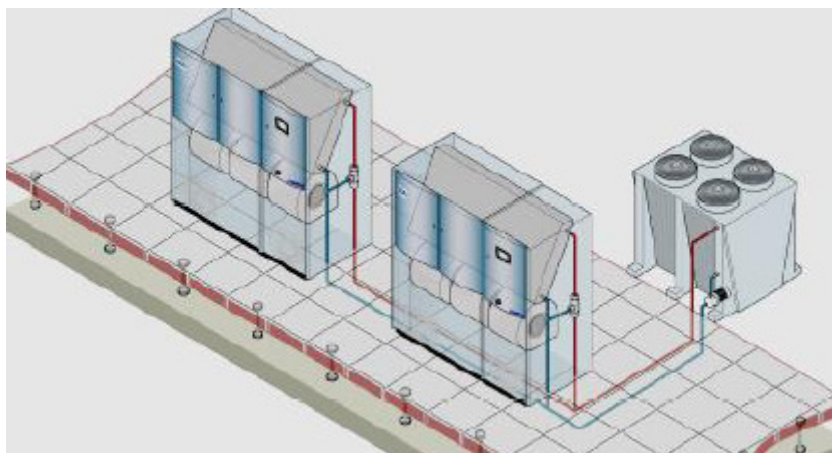


**Obrázek 18: Schéma jednotkové klimatizace s freecoolingem**

**Zdroj: Archiv autora**

- **Varianta III. – Klimatizační jednotky s glykolovým chladičem, zdrojem chladu je chiller s freecoolingem**

Vnitřní klimatizační jednotky jsou vybavené pouze vodním chladičem. Zdroj chlazeného média je v tomto případě chiller (jednotka s vlastním chladícím okruhem). Systém je možno doplnit freecoolingem.



Obrázek 19: Schéma klimatizace s centrálním zdrojem chladu

Zdroj: Archiv autora

#### 4.2.3 Návrh klimatizačního zařízení pro různé etapy výstavby.

- **Varianta I. – Klimatizační jednotky s přímým odparem chladiva a vzduchem chlazenými kondenzátory na střeše objektu**
  - Vybavení pro 1. etapu výstavby

Klimatizační zařízení tohoto typu pro chladící výkon 200 kW v provozním režimu n+1 se bude skládat z pěti vnitřních klimatizačních jednotek v podlahovém provedení s výfukem chladícího vzduchu do zdvojené podlahy. K těmto klimatizačním jednotkám přísluší pět kondenzačních jednotek, které by byly umístěny na střeše objektu. Klimatizační jednotky lze doplnit parními zvlhčovači pro dodržení požadované vlhkosti vzduchu.

Minimální sestava pro první etapu (platí i pro další sály) je uvažována pro provoz n+1 a skládá se ze dvou sestav klimatizačního zařízení, tj. dvě vnitřní klimatizační jednotky a dva kondenzátory na střeše. Další doplňování klimatizace je provedeno vždy doplněním sestavy klimatizačního zařízení, tj. vnitřní jednotka s kondenzátorem na střeše.

- Další etapy výstavby klimatizace

Je uvažováno s výstavbou sálů, v každé etapě vždy v modulu cca 200 m<sup>2</sup>. Celkem podle volné plochy v 2.NP je možno obsadit multifunkčními sály celkovou plochu cca 1200 m<sup>2</sup>. Z velikosti této plochy vyplývá, že pokud bude celá volná plocha použita pro sály, bude v konečné etapě osazeno 30 ks vnitřních klimatizačních jednotek a 30 ks kondenzačních jednotek na střeše objektu. V konečném vybavení bude osazena klimatizace o chladícím výkonu 1,5 MW.

- **Varianta II. – Klimatizační jednotky s glykolovým okruhem pro freecooling a pro chlazení kondenzátoru kompresorového chladícího okruhu**

- Vybavení pro 1. etapu výstavby

Pro první etapu je navrženo pět klimatizačních jednotek s kompresorovým chlazením s kondenzátorem chladícího okruhu, který je chlazen glykolovou náplní vychlazovanou v suchých chladičích. Suché chladiče zajišťují i volné chlazení při nízkých venkovních teplotách, kdy je v klimatizačních jednotkách používán glykolový výměník a ne kompresorový chladící okruh. Pro pět klimatizačních jednotek je uvažováno použití dvou suchých chladičů. Každý suchý chladič je dimenzován pro tři vnitřní klimatizační jednotky.

V první etapě bude osazeno pro chlazení celkem pět vnitřních jednotek a dva suché chladiče na střeše objektu. Zálohování je uvažováno v režimu n+1 pro vnitřní jednotky. Totální porucha a dlouhodobé odstavení suchého chladiče je vzhledem k jeho konstrukci velmi nepravděpodobné. V případě požadavku na zajištění 100% chladícího výkonu je možno provést úpravy v propojení glykolových rozvodů suchých chladičů.

- Další etapy výstavby klimatizace

Celkem podle volné plochy v 2.NP je možno obsadit multifunkčními sály celkovou plochu cca 1200 m<sup>2</sup>. Z velikosti této plochy vyplývá, že pokud bude celá volná plocha použita pro multifunkční sály, bude v konečné etapě osazeno 30 ks vnitřních klimatizačních jednotek a 12 ks suchých chladičů na střeše objektu. V této konfiguraci je k dispozici ještě rezerva chladícího výkonu suchých chladičů cca 300 kW na případné doplnění vnitřních klimatizačních jednotek.



V konečném vybavení může být osazena klimatizace o celkovém chladícím výkonu až 1,8 MW. Chladící výkon suchých chladičů je 2,4 MW a umožňuje i doplnění vnitřní klimatizace nad chladící výkon o cca dalších 12 klimatizačních jednotek.

- **Varianta III. – Klimatizační jednotky s glykolovým chladičem, zdrojem chladu je chiller s freecoolingem**

- Vybavení pro 1. etapu výstavby

Pro chlazení je pro první etapu výstavby klimatizace navrženo pět klimatizačních jednotek s vodním výměníkem. Zdrojem chladu jsou dva chillery s freecoolingem umístěné na střeše objektu.

Minimální sestava pro první etapu (platí i pro další sály) je uvažována pro provoz n+1 a skládá se ze dvou vnitřních klimatizačních jednotek a dvou chillerů na střeše. Další doplňování klimatizace je provedeno vždy doplněním pouze vnitřních klimatizačních jednotek a jejich připojením na glykolový rozvod. Poslední uvažovaný prostor by se vybavoval od počátku pouze vnitřními klimatizačními jednotkami.

- Další etapy výstavby klimatizace

Je předběžně uvažováno s výstavbou multifunkčních sálů, v každé etapě vždy v modulu cca 200 m<sup>2</sup>.

Celkem podle volné plochy v 2.NP je možno obsadit multifunkčními sály celkovou plochu cca 1200 m<sup>2</sup>. Z velikosti této plochy vyplývá, že pokud bude celá volná plocha použita pro multifunkční sály, bude v konečné etapě osazeno 30 ks vnitřních klimatizačních jednotek a 10 ks chillerů s freecoolingem na střeše objektu. V případě použití tohoto systému chlazení doporučuji použít pro chlazení dva samostatné bloky chillerů o pěti kusech, které budou provozovány v režimu 4+1. Tímto opatřením budou zmenšeny průměry potrubí glykolu a značně zkráceny trasy těchto rozvodů.

V této konfiguraci je k dispozici ještě rezerva chladícího výkonu chillerů cca 2x 200 kW na případné doplnění vnitřních klimatizačních jednotek.

V konečném vybavení může být osazena klimatizace o celkovém chladícím výkonu až 2 MW. Provozní chladící výkon chillerů je 1,6 MW.

#### 4.2.4 Distribuce chladícího vzduchu

U všech navrhovaných systémů chlazení musí být distribuce chladícího vzduchu provedena ze zdvojené podlahy o min. výšce 60 cm přes podlahové panely s regulací průtoku vzduchu vždy do studených uliček mezi řadami racků. Odvod vzduchu musí být proveden do prostoru nad podhled, do kterého musí být napojeno sání jednotek.

#### 4.2.5 Hlučnost systémů

Jednotlivé systémy musí splňovat hygienické normy pro provoz v denních ale i nočních hodinách, protože provoz klimatizačních jednotek je nonstop

- **Hlučnost venkovních kondenzačních jednotek (varianta I)**

Hlučnost standardních jednotek je cca 45dB<sub>(A)</sub> v 10 m od kondenzační jednotky. Při plném provozu pro konečné vybavení je uvažováno se současným chodem 24 ks jednotek s celkovou výslednou hlučností cca 58dB<sub>(A)</sub> v 10 m. Hlučnost vyžaduje poměrně jednoduchá protihluková opatření ve stavební části např. protihlukové zástěny.

- **Hlučnost venkovních suchých chladičů (varianta II)**

Hlučnost standardních suchých chladičů je cca 40dB<sub>(A)</sub> v 10 m od chladiče. Suchý chladič je možno dimenzovat na úroveň 35dB<sub>(A)</sub> v 10 m i méně.

Při plném provozu pro konečné vybavení je uvažováno se současným chodem 5 chladičů na plný výkon a 5 chladičů na cca poloviční výkon. Při tomto charakteru provozu je možno předpokládat ve vzdálenosti 10 m od chladiče celkovou hlučností cca 42dB<sub>(A)</sub>.

Při použití suchých chladičů nejsou potřeba protihluková opatření, neboť jsou splněny požadavky hygienického předpisu na hluk ve vnějším prostředí i pro noční provoz.

- **Hlučnost chillerů (varianta III)**

Hlučnost standardních chillerů s freecoolingem v tichém provedení je cca 62dB<sub>(A)</sub> v 5 m od chilleru.

Při plném provozu pro konečné vybavení je uvažováno se současným chodem 8 chillerů jejich celková hlučnost v 5 m je cca 72 dB<sub>(A)</sub>. Při použití chillerů jsou naprosto nezbytná poměrně složitá protihluková opatření provedená ve stavbě, která jsou navíc

komplikovaná velkou výškou chillerů nad úrovní střechy. Splnění hygienického limitu hluku pro noční provoz je bez náročných stavebních úprav prakticky nemožné.

#### 4.2.6 Prostorové nároky klimatizačního zařízení

- **Varianta I. – Klimatizační jednotky s přímým odparem chladiva a vzduchem chlazenými kondenzátory na střeše objektu**

- Vybavení pro 1. etapu výstavby

Pro umístění pěti vnitřních klimatizačních jednotek s přímým odparem chladiva je min. podlahová plocha pro instalaci 8 m<sup>2</sup>. Kondenzační jednotky chladících okruhů vyžadují prostor na střeše o ploše cca 38 m<sup>2</sup> včetně obslužných a provozních prostor.

- Další etapy výstavby klimatizace

Každá další etapa výstavby sálů v každé etapě vždy v modulu cca 200 m<sup>2</sup>, představuje vždy zabraní stejné plochy jak z výměry sálu, tak i z výměry střechy jako klimatizace pro 1. etapu výstavby. V konečné fázi výstavby budou vnitřní klimatizační jednotky zabírat plochu cca 48 m<sup>2</sup> z celkové plochy sálů 1200 m<sup>2</sup>. Na střeše bude pro kondenzační jednotky zabráno celkem 228 m<sup>2</sup>.

- **Varianta II. – Klimatizační jednotky s glykolovým okruhem pro freecooling a pro chlazení kondenzátoru kompresorového okruhu**

- Vybavení pro 1. etapu výstavby

Pro umístění pěti vnitřních klimatizačních jednotek s přímým odparem chladiva je min. podlahová plocha pro instalaci 8 m<sup>2</sup>, bez obslužných prostor.

Dva suché chladiče glykolu pro freecooling a chlazení kondenzátorů chladících okruhů vyžadují prostor na střeše o ploše cca 47 m<sup>2</sup> včetně obslužných a provozních prostor. Umístění příslušenství glykolových okruhů je uvažováno částečně na střeše – tlakové expanze a čerpadla, a z části uvnitř stavební dispozice ve strojovně klimatizace. Výměra prostoru uvnitř budovy bude cca 10 m<sup>2</sup>. Glykolové hospodářství bude použito stávající, pouze s menšími úpravami.

- Další etapy výstavby klimatizace (viz varianta I)

- **Varianta III. – Klimatizační jednotky s glykolovým chladičem, zdrojem chladu je chiller s freecoolingem**

- Vybavení pro 1. etapu výstavby

Pro umístění pěti vnitřních klimatizačních jednotek s přímým odparem chladiva je min. podlahová plocha pro instalaci 8 m<sup>2</sup>, bez obslužných prostor. Dva chillery s freecoolingem vč. hydraulického modulu vyžadují prostor na střeše o ploše cca 47 m<sup>2</sup> včetně obslužných a provozních prostor. Glykolové hospodářství bude použito stávající pouze s menšími úpravami.

- Další etapy výstavby klimatizace (viz varianta II)

#### 4.2.7 Energetické nároky jednotlivých variant

- **I. etapa výstavby – chladicí výkon 200 kW – jeden sál**

Typ zařízení	Var.	Chladicí výkon		El. příkon		Chl. výkon zdroje chladu
		provozní	instal.	provozní	instal.	Rezerva výkonu
		/ kW /	/ kW /	/ kW /	/ kW /	/ kW /
Přímý odpar chladiva	I.	200	250	96	116	---
Glykol okruhy	II.	200	250	94,2	115,3	100
Chillery	III.	200	250	117,5	189	150

- **Konečná etapa výstavby – chladicí výkon 1 200 kW – šest sálů**

Typ zařízení	Var.	Chladicí výkon		El. příkon		Chl. výkon zdroje chladu
		provozní	instal.	provozní	instal.	Rezerva výkonu
		/ kW /	/ kW /	/ kW /	/ kW /	/ kW /
Přímý odpar chladiva	I.	1200	1500	576	696	---
Glykol okruhy	II.	1200	1500	565,2	691,8	600
Chillery	III.	200	1500	812	1171	500

**Tabulka 5: Energetické nároky jednotlivých variant**

**Zdroj: Archiv autora**

## 4.2.8 Odhad investičních nákladů

### ▪ I. etapa výstavby – chladicí výkon 200 kW – jeden sál

Typ zařízení	var.	Investiční náklady			Celkem
		Dodávky	Montáže	Ostatní <sup>+</sup>	
		/ Kč /	/ Kč /	/ Kč /	/ Kč /
Přímý odpar chladiva	I.	2 600 000,-	390 000,-	338 000,-	3 328 000,-
Glykol okruhy	II.	4 550 000,-	682 000,-	591 000,-	5 823 000,-
Chillery	III.	4 100 000	615 000,-	533 000	5 248 000,-

Ostatní<sup>+</sup> – doprava, vertikální doprava, zednické výpomoc, přesun hmot atd.

**Tabulka 6: Odhad investičních nákladů I. etapa výstavby**

**Zdroj: Archiv autora**

- Investiční náklady na klimatizaci pro první etapu podle variant

Varianta I	náklady celkem	3 328 000,-
Varianta II	náklady celkem	5 823 000,-
Varianta III	náklady celkem	5 248 000,-

### ▪ II. až V. etapa výstavby – chladicí výkon 200 kW – jeden sál – náklady na každou etapu výstavby klimatizace

Typ zařízení	Var.	Investiční náklady			Celkem
		Dodávky	Montáže	Ostatní <sup>+</sup>	
		/ Kč /	/ Kč /	/ Kč /	/ Kč /
Přímý odpar chladiva	I.	2 600 000,-	390 000,-	338 000,-	3 328 000,-
Glykol okruhy	II.	4 300 000,-	645 000,-	559 000,-	5 504 000,-
Chillery	III.	3 600 000	540 000,-	468 000	4 608 000,-

Ostatní<sup>+</sup> – doprava, vertikální doprava, zednické výpomoc, přesun hmot atd.

**Tabulka 7: Odhad investičních nákladů II. až V. etapa výstavby**

**Zdroj: Archiv autora**

- Investiční náklady pro každou následující etapu (II.- V.) výstavby dle variant

Varianta I	náklady celkem	3 328 000,-
Varianta II	náklady celkem	5 504 000,-
Varianta III	náklady celkem	4 608 000,-

- **VI. etapa výstavby – chladicí výkon 200 kW – jeden sál – náklady na poslední etapu výstavby klimatizace**

Typ zařízení	Var.	Investiční náklady			Celkem
		Dodávky	Montáže	Ostatní <sup>+</sup>	
		/ Kč /	/ Kč /	/ Kč /	
Přímý odpar chladiva	I.	2 600 000,-	390 000,-	338 000,-	3 328 000,-
Glykol okruhy	I.	4 300 000,-	645 000,-	559 000,-	5 504 000,-
Chillery	II.	1 680 000	252 000,-	219 000	2 151 000,-

Ostatní<sup>+</sup> – doprava, vertikální doprava, zednické výpomocce, přesun hmot atd.

**Tabulka 8: Odhad investičních nákladů VI. etapu výstavby**

**Zdroj: Archiv autora**

- Investiční náklady pro poslední (VI.) etapu výstavby klimatizace podle variant

Varianta I	náklady celkem	3 328 000,-
Varianta II	náklady celkem	5 504 000,-
Varianta III	náklady celkem	2 151 000,-

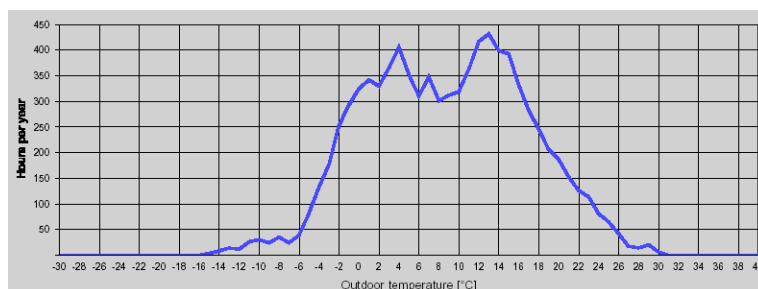
- **Součet investičních nákladů všech etap výstavby podle variant řešení**

Varianta I	náklady celkem	19 968 000,-
Varianta II	náklady celkem	33 343 000,-
Varianta III	náklady celkem	25 831 000,-

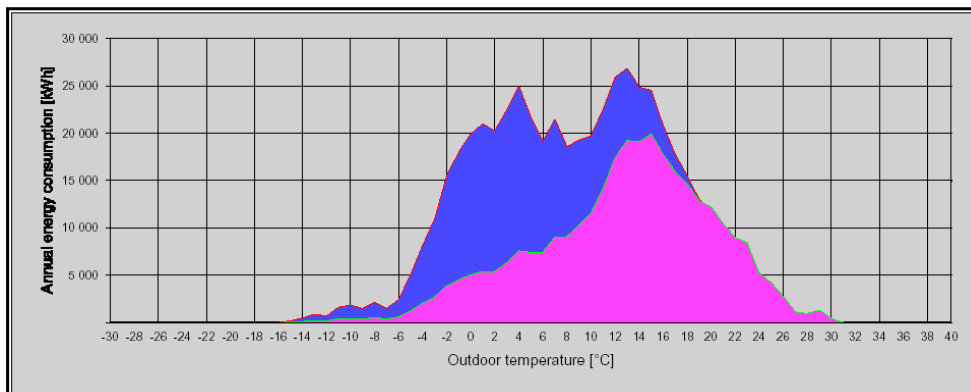
Pro konečné vybavení je varianta III levnější. Budou v této poslední etapě osazovány jen vnitřní jednotky. Všechny 10 ks chillerů bude osazeno během prvních pěti etap výstavby.

## 4.2.9 Energetické a nákladové srovnání jednotlivých systémů

- **Přímý odpar chladiva - var. 1 proti glykolovému freecoolingu (GE) – var. 2**



**Obrázek 20: Četnost teplot venkovního vzduchu v průběhu roku pro Prahu**

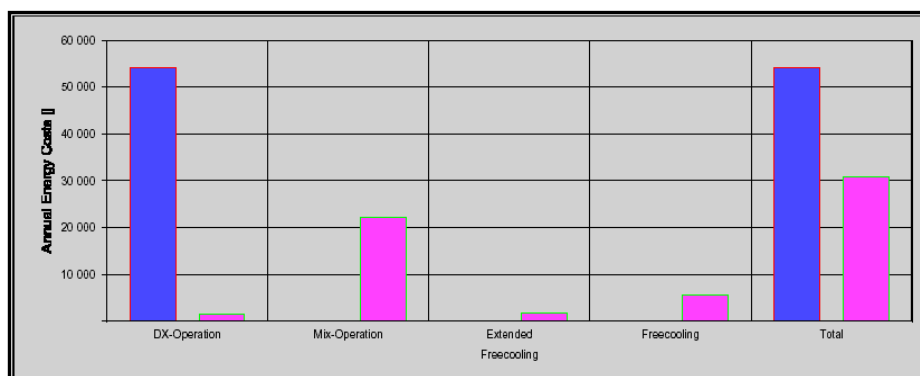


**SYSTEM 1** – přímý odpar chladiva

**SYSTEM 2** – glykolový okruh (GE)

**Obrázek 21: Roční spotřeba energie**

Zdroj: Archiv autora

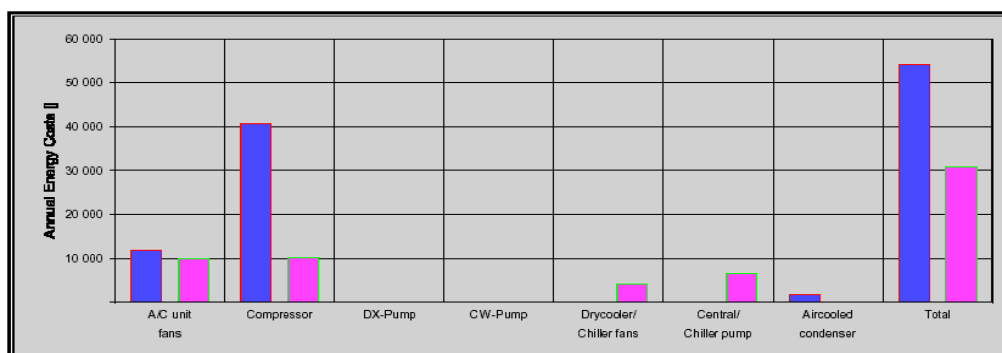


**SYSTEM 1** – přímý odpar chladiva

**SYSTEM 2** – glykolový okruh (GE)

**Obrázek 22: Roční provozní náklady v EUR jednotlivých provozních režimech**

Zdroj: Archiv autora

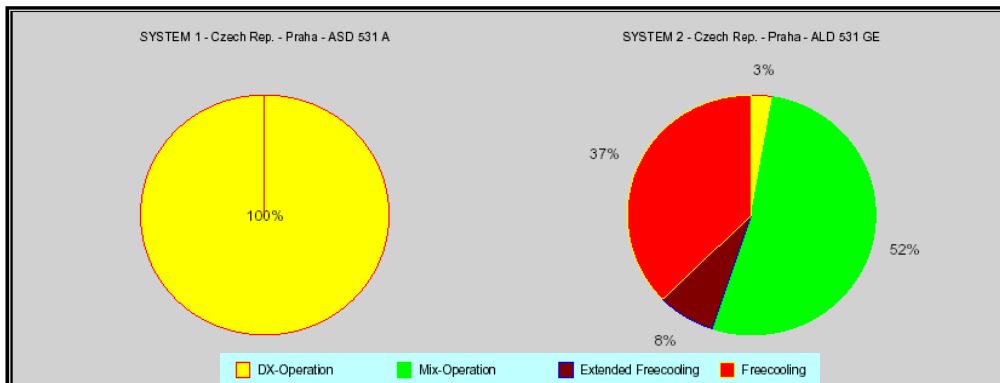


**SYSTEM 1** – přímý odpar chladiva

**SYSTEM 2** – glykolový okruh (GE)

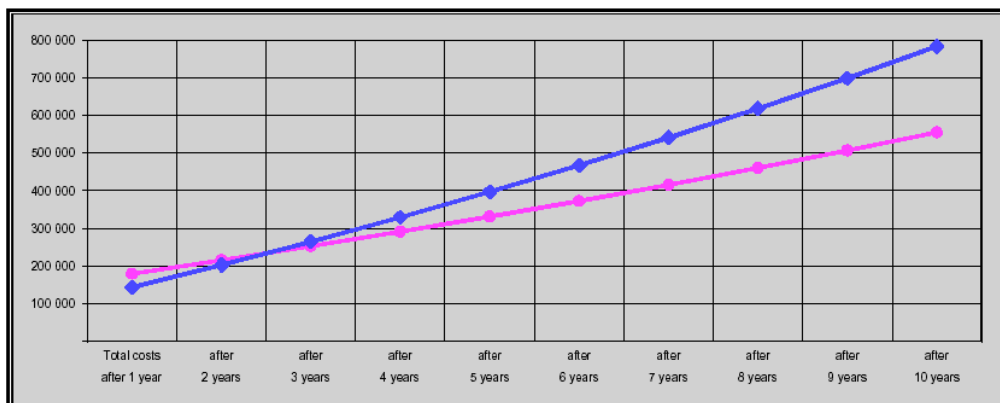
**Obrázek 23: Roční provozní náklady jednotlivých komponentů v EUR**

Zdroj: Archiv autora



SYSTEM 1 – přímý odpar chladiva      SYSTEM 2 – glykolový okruh (GE)  
**Obrázek 24: Roční četnost provozu v jednotlivých provozních režimech v %**

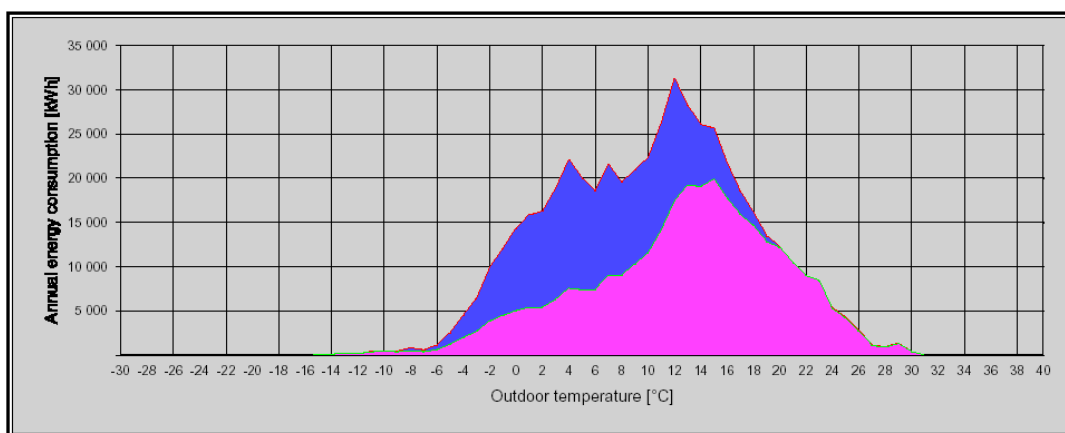
Zdroj: Archiv autora



SYSTEM 1 – přímý odpar chladiva      SYSTEM 2 – glykolový okruh (GE)  
**Obrázek 25: Roční náklady na provoz klimatizace**

Zdroj: Archiv autora

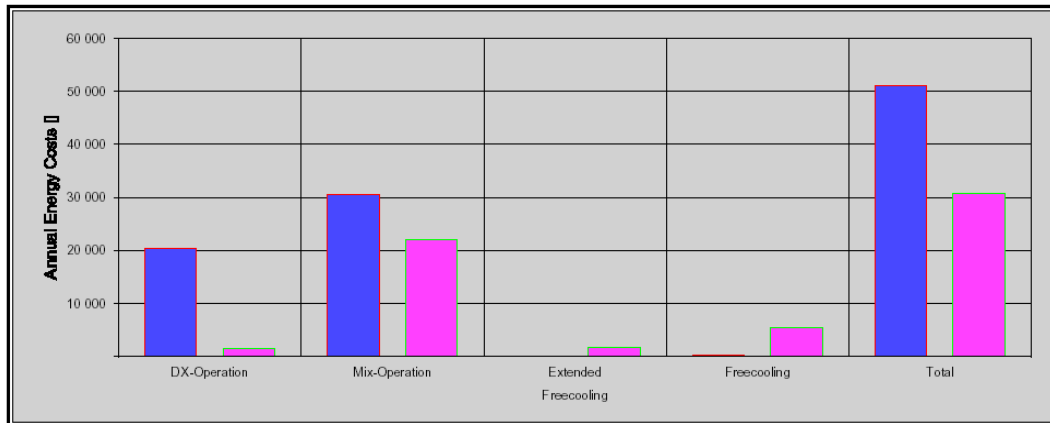
▪ **Chillery - var. 3 proti glykolovému freecoolingu (GE) – var. 2**



SYSTEM 1 – chiller s freecoolingem      SYSTEM 2 – glykolový okruh (GE)  
**Obrázek 26: Roční spotřeba energie**

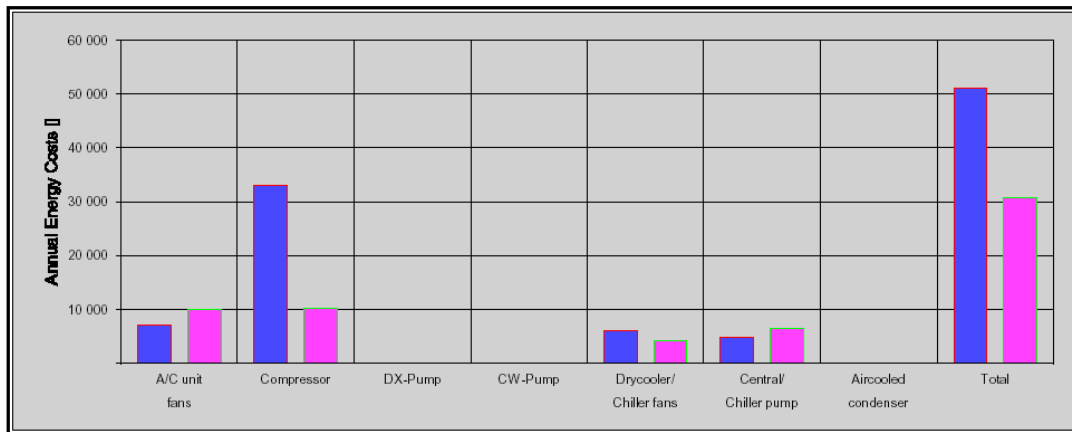
Zdroj: Archiv autora





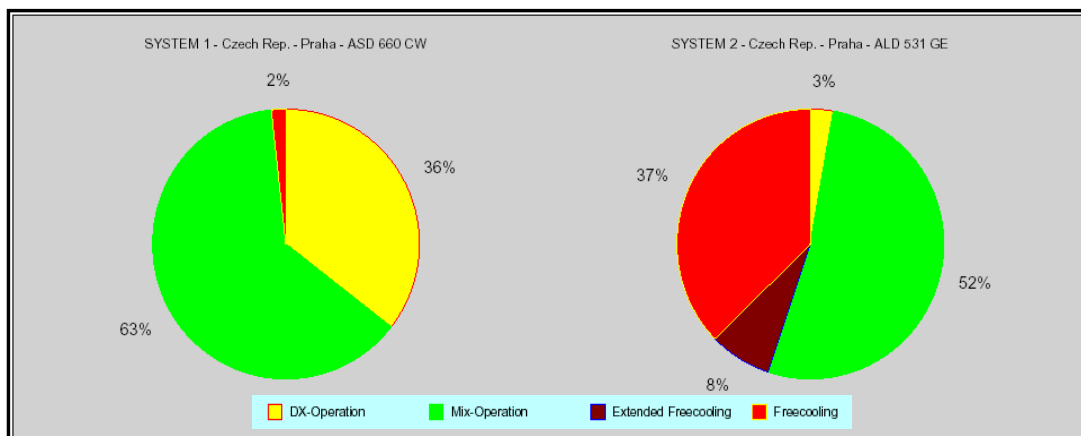
**SYSTEM 1** – chiller s freecoolingem      **SYSTEM 2** – glykolový okruh (GE)  
**Obrázek 27: Roční provozní náklady v EUR jednotlivých provozních režimech**

Zdroj: Archiv autora



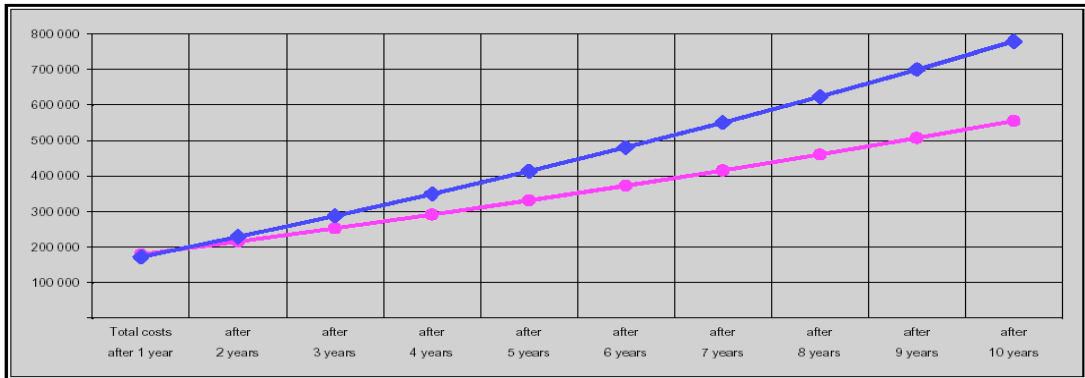
**SYSTEM 1** – chiller s freecoolingem      **SYSTEM 2** – glykolový okruh (GE)  
**Obrázek 28: Roční provozní náklady jednotlivých komponentů v EUR**

Zdroj: Archiv autora



**SYSTEM 1** – chiller s freecoolingem      **SYSTEM 2** – glykolový okruh (GE)  
**Obrázek 29: Roční četnost provozu v jednotlivých provozních režimech v %**

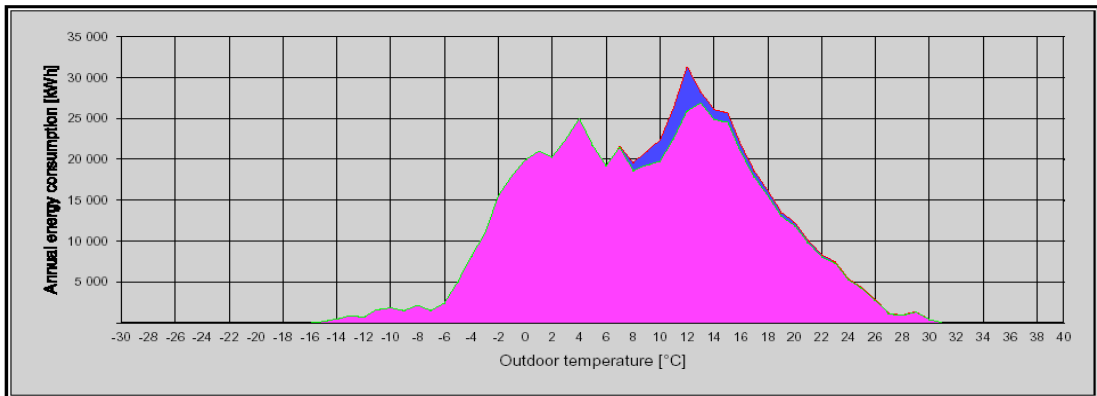
Zdroj: Archiv autora



**SYSTÉM 1** – chiller s freecoolingem      **SYSTÉM 2** – glykol. okruh (GE)  
**Obrázek 30: Roční náklady na provoz klimatizace**

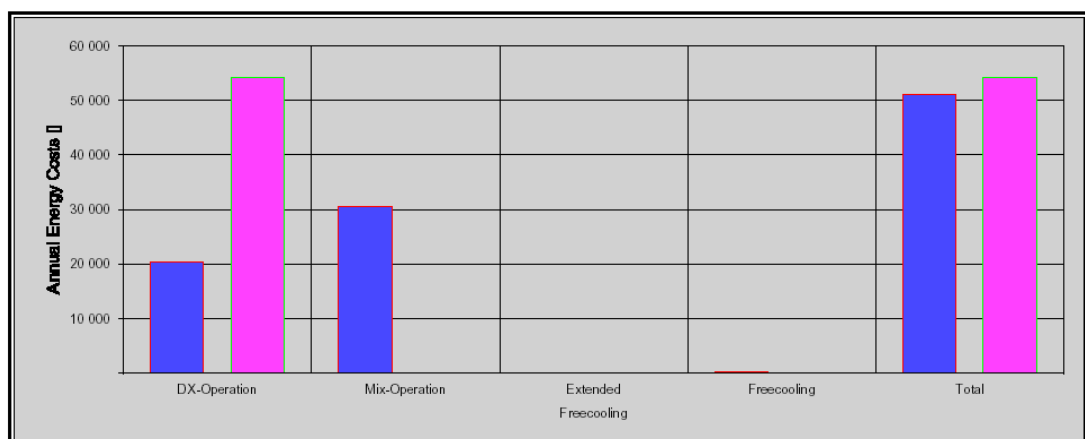
Zdroj: Archiv autora

- Chillery - var. 3 proti přímému odparu chladiva) – var. 1



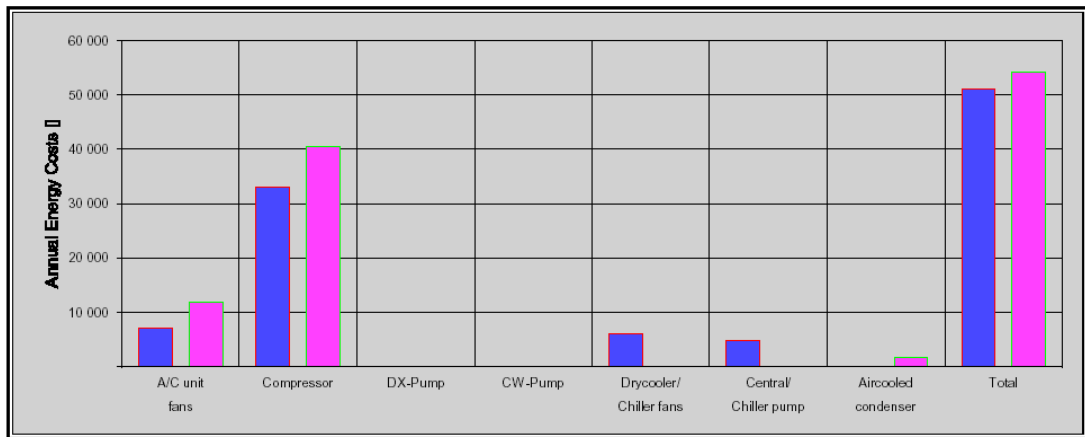
**SYSTÉM 1** – chiller s freecoolingem      **SYSTÉM 2** – přímý odpar chladiva  
**Obrázek 31: Roční spotřeba energie**

Zdroj: Archiv autora



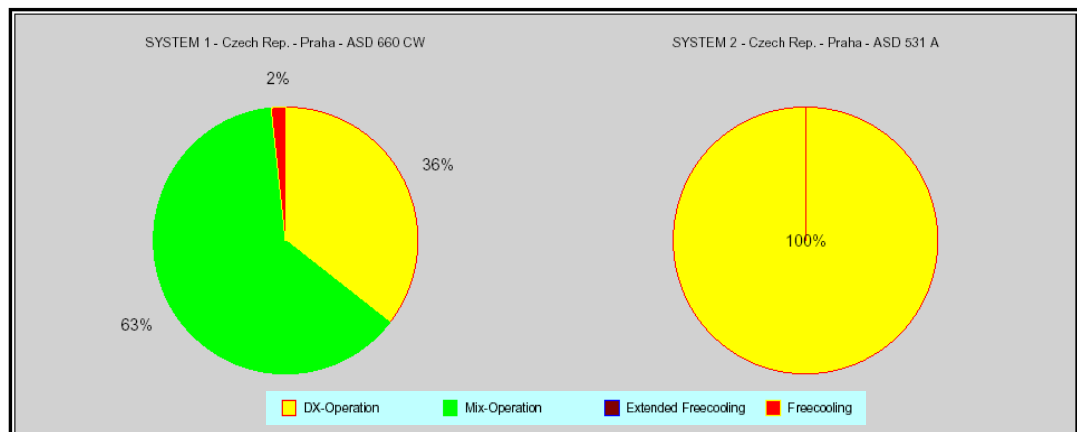
**SYSTÉM 1** – chiller s freecoolingem      **SYSTÉM 2** – přímý odpar chladiva  
**Obrázek 32: Roční provozní náklady v EUR jednotlivých provozních režimech**

Zdroj: Archiv autora



**SYSTÉM 1** – chiller s freecoolingem      **SYSTÉM 2** – přímý odpar chladiva  
**Obrázek 33: Roční provozní náklady jednotlivých komponentů v EUR**

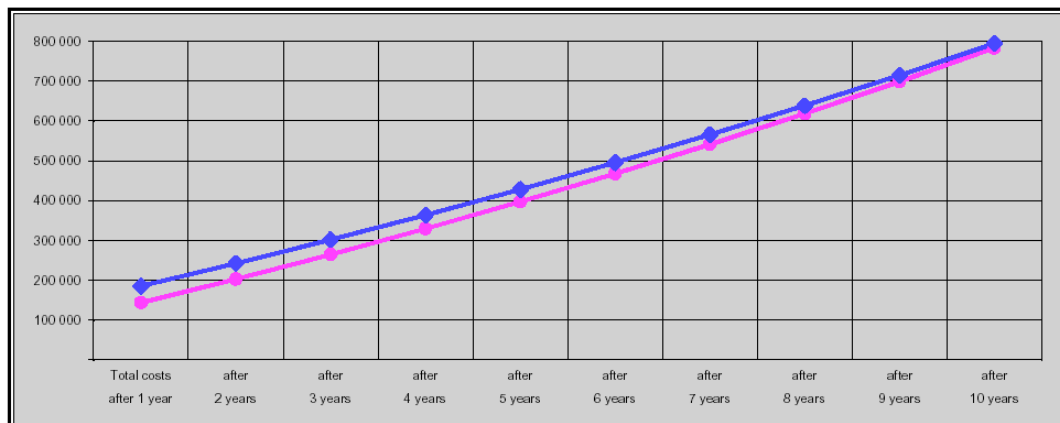
Zdroj: Archiv autora



**SYSTÉM 1** – chiller s freecoolingem      **SYSTÉM 2** – přímý odpar chladiva

**Obrázek 34: Roční četnost provozu v jednotlivých provozních režimech v %**

Zdroj: Archiv autora



**SYSTÉM 1** – chiller s freecoolingem      **SYSTÉM 2** – přímý odpar chladiva

**Obrázek 35: Roční náklady na provoz klimatizace**

Zdroj: Archiv autora

### 4.3 Závěr studie

Vzhledem k umístění budovy v bytové zástavbě je limitním ukazatelem pro výstavbu klimatizace venkovní hladina hluku od klimatizačního zařízení na hranici pozemku těchto objektů.

Z podmínky pro splnění požadavku hygienického předpisu na venkovní hladinu hluku vyplývá nutnost použít klimatizační zařízení s co nejnižší hladinou hluku venkovních částí klimatizace. V případě, že bude vybrána klimatizace podle některé z uvedených variant a hluková studie prokáže, že není splněný požadavek hygienického předpisu, musí být ve stavbě provedena příslušná protihluková opatření.

Ve studii je provedeno srovnání jednotlivých variant klimatizace po stránce ročních provozních nákladů a investičních nákladů na výstavbu. Toto srovnání je provedeno pro jeden sál.

Z tohoto porovnání jednotlivých variant jednoznačně vyplývá, že varianta II – klimatizace s glykolovými okruhy a suchými chladiči na střeše – je v provozních nákladech nejúspornější, ale i investičně nejdražší. Návratnost zvýšené investice je cca 3 roky. Varianty I a III jsou investičně levnější, ale roční náklady na provoz jsou cca o 40% vyšší než u varianty II.

Stavební úpravy jsou u všech variant klimatizace srovnatelné, pouze u varianty III musí být vzhledem k hmotnosti chillerů proveden statický posudek střechy.

Z hlediska energetického, hlukového i z hlediska statiky a stavebních úprav je varianta II klimatizačního zařízení pro objekt optimální.

## 5. Budoucnost datacenter

Kapitola o predikci budoucnosti datacenter v několika různých směrech, kterými se budou datacentra ubírat. Současná doba, je zaměřená na efektivnější provoz, na úsporu nákladů a na optimální využití technologie a tyto trendy se promítají i do budoucna.

### 5.1 Efektivita

Modernější datacentra a modernější technologie v datacentrech. Efektivnější využití serverů, efektivnější využití elektrické energie jsou všechno směry, kam směřuje budoucnost. V následujících podkapitolách jsou jednotlivé kroky k vyšší efektivitě.

#### 5.1.1 Virtualizace

Virtualizace je známa několik let, ale teprve poslední dobou nabírá ty správné uživatelské směry. Celosvětově se již virtualizuje dávno. S nemalým zpožděním se i v České republice začíná využívat ve velké míře virtuálních serverů.

Virtuální servery zákazníkům umožňují levnější start jejich start-up projektům, umožňují jim snížení nákladů oproti stávajícím serverovým řešením a v neposlední řadě VPS umožňuje větší flexibilitu služby, kde lze jakoukoliv část pro zákazníka jednoduše flexibilně navýšit.

#### 5.1.2 Nástroje na měření efektivity

Efektivitu lze měřit a hlavně vyčíslit dle určitých standardů a mít tak přesné porovnání s ostatními datacentry.

- **PUE**

Jedním z významných ukazatelů je PUE (Power Usage Effectiveness) což je hodnota efektivity spotřeby elektrické energie. Metoda má velký význam, jelikož je to první standardizovaná metoda pro srovnání efektivity datacenter po celém světě. Tato metoda byla stanovena asociací Green Grid a je podporována organizacemi vlád Evropské

unie, Spojených Států a Japonska Tato dohoda by měla přinést provozovatelům datacenter relevantní srovnání s ostatními datacentra, tím eliminovat ztráty a možnost snižovat náklady na provoz. Zákazníkům tak poskytne srovnání, jak které datacentrum dobře hospodaří, jak které má ekonomický provoz a tím pádem i které má modernější technologii. (20)

Měření efektivity tímto systémem spočívá v oddělení a porovnání celkové elektrické energie spotřebované v datacentru (chlazení, UPS, osvětlení...) s energií spotřebovanou servery/IT technologií.

$$PUE = \frac{\text{celková spotřeba elektrické energie}}{\text{celková spotřeba IT technologie}}$$

U starších sálů jsou běžné hodnoty kolem 3 a za přijatelné se dnes považují hodnoty pod 2. Dosáhne-li datacentrum průměrného PUE za celý rok kolem 1.1, stává se z něj jedno z „nejzelenějších“ datacenter.

- **DCIE**

Opačným poměrem k PUE je DCIE (Data Center Infrastructure Efficiency) efektivita datacentra udávaná v procentech.

$$DCIE = \frac{\text{celková spotřeba IT technologie}}{\text{celková spotřeba elektrické energie}} = \frac{1}{PUE}$$

### 5.1.3 Trendy chlazení

Za poslední desetiletí se změnil způsob chlazení z proudění vzduchu do racku přes studené a teplé uličky až po uzavřené uličky a vodou chlazené dveře, čímž roste efektivnost elektrické energie na chlazení a výkonová hustota.

Budoucnost nabídne novější klimatizační jednotky s vyšším výkonem, propracovanější proudění vzduchu ke zdroji tepla v serverech a v prostoru racku. Druhý paralelní směr by mohlo být umístování datacenter do severských chladnějších zemí, kde klesá náročnost prostředí na chlazení, stejně tak jako u datacenter pod zemí.

### **5.1.4 Napájení**

Nižší příkony serverů. Větší efektivita serverů. Toto není práce datacenter, ale paralelně běžící větvě a tou je vývoj efektivnější serverové technologie.

Výrobci serverů, diskových polí a další technologie se snaží vyrobit stále lepší a lepší technologii. Příkony na server klesají, ale naproti tomu nové technologie mají stále větší a větší výkon. Znamená to tedy, že na jednotku 1U je příkon stále stejný, ale server je schopný obhospodařit více přístupů má větší kapacitu disku a rychlejší procesor.

## **5.2 Pokrok**

Pokrok ve vývoji technologie a ve využívání internetu – pokrok nelze zastavit a u IT technologií není ani cílem jej zastavovat. Následujících oblastí se pokrok dotkl nejvíce.

### **5.2.1 Vyšší rychlosti**

Není nutné zasahovat daleko do minulosti, kdy byly aktuální rychlosti v řádech kbps a Mbps (před deseti lety). Stačí se ohlédnout o dva roky zpět, kdy aktuální rychlosti například do NIXu byly v řádech 100Mbps a jen pár linek bylo 1Gbps. Nyní je Gbps linka samozřejmostí a velmi běžné jsou rychlosti 10Gbps.

Stejně rychle samozřejmě jde růst sítí infrastruktur datacenter, kde se rychlosti pohybují v řádech 1Gbps - 10Gbps a přecházejí do 100Gbps. Pro zákazníky již nejsou přidělovány 10 Mbps porty pro server, ale samozřejmostí jsou porty 100Mbps a více.

### **5.2.2 Modernější technologie**

V dnešní době je stále běžné, že spousta začínajících projektů začíná a serverech, které byly ještě nedávno umístěny pod stolem majitele projektu jako domácí PC stanice. Doba, kdy jsou mnohem více, jako domácí stanice využívány notebooky naznačuje, že brzy budou police v datacentrech vytlačeny racky pro rackovou technologii. Dojde tak k efektivnějšímu využití prostoru, protože servery v PC case zabírají při stejném počtu dvojnásobné místo v datacentru.

## 5.3 Google

Speciální samostatnou kapitolou je největší internetový vyhledávač Google. V Internetu a datacentrech udává v mnoha oblastech směr. Jeho vliv je obrovský díky rozsahu poskytovaných služeb a jejich celosvětovému objemu.

### 5.3.1 Počty serverů Google

Google je bezkonkurenčně největší vlastník a provozovatel datacenter na světě. Určit společnosti, které ve svých datacentrech provozují největší počet vlastních serverů, není jednoduché. Nejen Google je totiž s informacemi tohoto typu skoupý. Podívejme se ale na přibližné počty serverů známých firem. Čísla jsou orientační, nadvládu Google ale není těžké odhalit.(5)

Společnost	Počet serverů	Poznámka
<b>Google</b>	více než 1 000 000	
<b>Microsoft</b>	více než 200 000	odhad v roce 2008, nové datacentrum v Chicagu má přidat až 300 000 serverů
<b>Intel</b>	100 000	
<b>1&amp;1 Internet</b>	70 000	jeden z největších poskytovatelů hostingu na světě
<b>OVH</b>	65 000	nejoblíbenější webhosting v Evropě
<b>eBay</b>	více než 50 000 (odhad)	
<b>Yahoo</b>	více než 50 000 (odhad)	
<b>IBM</b>	více než 50 000 (odhad)	
<b>Facebook</b>	30 000	
<b>AT&amp;T</b>	20 000	největší operátor v USA

Tabulka 9: Počty serverů v největších datacentrech (5)

### 5.3.2 Google server

Typický server Googlu není uložen v uzavřené skříni, je sestaven na obyčejné nelakované plechové podložce. Standardní základní deska pro dva procesory je mírně upravena tak, aby neobsahovala zbytečné konektory a rozhraní. Otevřená koncepce umožňuje více spoléhat na chlazení proudícím vzduchem.



Geniální je originální patentovaný systém napájení, který při odhalení šokoval všechny odborníky. Zdroj vyvinutý Googlem je zapojen přímo do záložní baterie, ta je pak teprve připojena k základní desce a diskům. Každý server se může spolehnout na vlastní záložní napájení, zdroj je velmi účinný, méně se zahřívá a nevyžaduje proto tolik výkonné chlazení.

Místo dieselových agregátů a obřích záložních baterií může každý server běžet při přerušení energie a spoléhat na vlastní zálohu. (8)

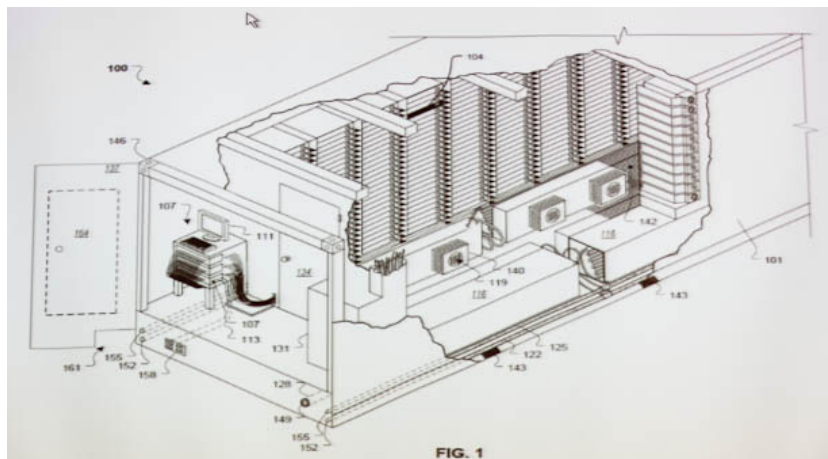


Obrázek 36: Server Google (8)

Právě jednoduchá konstrukce však Googlu umožnila a stále umožňuje vyrábět obrovské množství serverů levně a udržet při tom vysokou efektivitu celého datového centra (zejména díky menší spotřebě). Obrovskou výhodou vlastních serverů je také absolutní nezávislost na cenách serverů zvučných jmen.

### 5.3.3 Google datacentrum

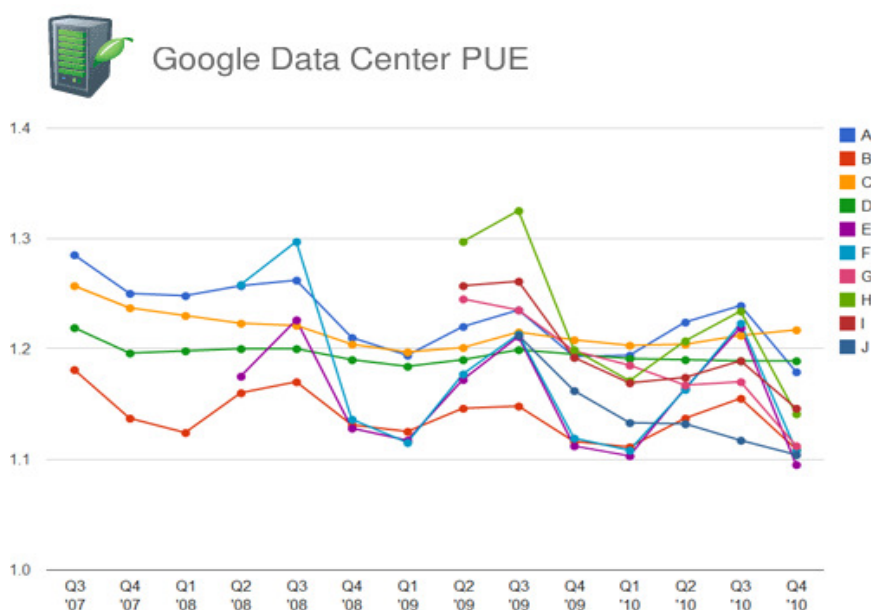
Geniální je i koncept uzavřených buněk, do kterých jsou racky se servery rozděleny. Každou buňku tvoří samostatný přepravovatelný kontejner, který obsahuje desítky racků po obou stranách, uprostřed je ulička, při vstupu do buňky je přepážkou oddělený pracovní stůl se židlí pro technika. Jednotlivé buňky jsou i díky záložnímu systému zcela nezávislé. Datové centrum skládané z těchto buněk je pak bez problémů škálovatelné. Podobnou modulární architekturu využívají i někteří další výrobci serverů.(8)



Obrázek 37: Datacentrum v buňce (8)

### 5.3.4 Google - efektivita

Efektivita Google datacenter patří k nejvyšším na světě a je příkladem ostatním provozovatelům. Obrázek shrnuje výsledky z Google datacenter, která jsou v provozu minimálně 6 měsíců a mají příkon minimálně 5 MW. Hodnoty se liší vzhledem k odlišnostem datacenter (různé použité chlazení a napájení, jiné klimatické podmínky a sezónní výkyvy PUE vzhledem k ročnímu období). Hodnoty se mění i se stářím datacentra (starší mají vyšší hodnoty než nová datacentra E a F, která mají jedny z nejnižších). (4)



Obrázek 38: PUE údaje z deseti největších Google datových center (4)

## 5.4 Green

I v souvislosti s datacentra vstupuje do popředí dnešní moderní slovo „green“. Slovo, svým překladem znamenající krásnou zelenou barvu trávy (jak je vidět i na mnoha propagačních materiálech datacenter, kde je tráva pod podlahou v datacentru, tráva mezi racky...) a svým významem znamenající šetrný přístup k životnímu prostředí.

V datacentrech by se vstřícné kroky pro šetrnost k životnímu prostředí daly shrnout do několika bodů.

- **Zhodnotit současnou situaci**
  - analyzovat účinnost technického vybavení datacentra
  - analyzovat možnosti novějších technologií chlazení
  - zhodnotit chlazení serverů, zda není nadbytečné
  
- **využívat efektivnější technologii**
  - virtualizace systémů
  - škálovatelná technologie – dle využití přidávat postupně další moduly
  - používat servery s nízkou spotřebou
  
- **dodržovat základní ekologická a etická pravidla, platná i pro ostatní**
  - využívat a preferovat elektronickou komunikaci - šetřit lesy
  - šetříme atmosféru - používáme výrobky bez freonu
  - využíváme nízkoenergetická svítidla a regulujeme osvětlení dle potřeby
  - recyklujeme odpad

Snaha datacenter je chovat se co nejšetrněji k životnímu prostředí. Ovšem s přihlédnutím na pořizovací náklady na novou šetrnější technologii a s přihlédnutím náklady na provoz datacentra. Jakékoliv zvýšení ceny vstupů znamená nutné navýšení ceny pro zákazníky, což je v silné konkurenci pro zákazníka neakceptovatelné.

## 6. Závěr

Diplomová práce charakterizující jednotlivé části datacentra, detailně rozebírající případovou studii a predikující budoucnost datacenter dokazuje:

- datacentra jsou sofistikované prostory a zákazníkovi poskytují náročné služby
- technologické vybavení datacentra je nákladné a jeho provozování vyžaduje znalosti z mnoha oborů, což je pro běžného uživatele nerealizovatelné
- technologické vybavení datacentra rychle technologicky zastarává. Jen provozovatel služby, využívající ve velké míře úspory z rozsahu, je schopen sledovat trend a díky objemům využívat nejefektivnější technologii
- datacentra zákazníkům nabízí možnost využití jen aktuálně potřebného serverového prostoru. Zákazník se nezabývá rozšiřováním současných prostor, ale datacentrum „roste“ s jeho potřebou. Technologické vybavení zajišťující provoz služeb je v profesionálních datacentrech řešeno modulárně a je rozšiřováno podle potřeb
- pro provoz datacentra je nezbytně nutné personální zabezpečení o mnoha lidech a je tedy dalším důvodem umístit technologii do datacentra, kde díky úsporám z rozsahu lze tyto náklady téměř zanedbat v celkové části poskytované služby

Ve druhé nosné kapitole případová studie poukazuje na náročnost výběru lokality a technologie pro vybudování vlastního datacentra. Pro středně velkou společnost, která podniká v jakémkoliv oboru je to zbytečně nákladná investice a je pro ni z ekonomického hlediska výhodnější svou technologii umístit do profesionálního komerčního datacentra.

Budoucnost datacenter je pod drobnohledem poskytovatelů datacenter a výrobců technologií pro datová centra. Všechny cíle jsou směřovány k větší efektivitě. Cíle poskytovatelů jsou shodné, jako cíle zákazníků využívajících jejich služeb. Zákazníci si díky optimalizaci nákladů provozovatelů datacenter mají možnost vybrat z nových služeb, které jim pomohou snižovat náklady a využít efektivněji serverovou technologii. Mezi tyto služby patří například virtuální servery. Zákazník tak využívá jen část služby, kterou aktuálně potřebuje a zbytek technologie na které je služba provozována, je využívána jiným zákazníkem.

Z diplomové práce vyplývá pro firmy doporučení na outsourcing služeb datacentra díky profesionálním službám, které ve vlastním prostředí lze jen obtížně realizovat.

## 7. Seznam literatury

1. **Schulz, Greg.** *The Green and Virtual Data Center.* Boca Raton, FL : CRC press, 2009. 978-1-4200-8666-9.
2. **Barroso, Luiz a Hoelzle, Urs.** *The Datacenter as a Computer: An Introduction to the Design of Warehouse ...* Madison : Morgan & Claypool publishers series, 2009. 9781598295566.
3. Boční modulární uzavřené systémy. <http://www.conteg.cz>. [Online] CONTEG, spol. s r.o. [Citace: 21. 3 2011.] <http://www.conteg.cz/bocni-uzavrene-modularni-systemy/>.
4. Data center efficiency measurements. [www.google.com](http://www.google.com). [Online] [Citace: 21. 3 2011.] <http://www.google.com/corporate/datacenter/efficiency-measurements.html>.
5. Datacentra 2/2: Google je bezkonkurenčním králem. [www.cnews.cz](http://www.cnews.cz). [Online] [Citace: 21. 3 2011.] <http://www.cnews.cz/datacentra-22-google-je-bezkonkurencnim-kralem>.
6. Diesel ATS. [www.elteco-ups.cz](http://www.elteco-ups.cz). [Online] [Citace: 21. 3 2011.] [http://www.elteco-ups.cz/cz/pdf/bc\\_volvo\\_cz.pdf](http://www.elteco-ups.cz/cz/pdf/bc_volvo_cz.pdf).
7. Dvojité podlahy. [www.sis-systemy.cz](http://www.sis-systemy.cz). [Online] [Citace: 21. 3 2011.] <http://www.sis-systemy.cz/frameset.asp?frame=1>.
8. Google uncloaks once-secret server. <http://news.cnet.com>. [Online] [Citace: 21. 3 2011.] [http://news.cnet.com/8301-1001\\_3-10209580-92.html](http://news.cnet.com/8301-1001_3-10209580-92.html).
9. Horká / studená ulička. <http://www.conteg.cz>. [Online] [Citace: 21. 3 2011.] <http://www.conteg.cz/horka-studena-ulicka/#>.
10. **John Niemann.** Hot Aisle vs. Cold Aisle Cointainment. [www.apcmedia.com](http://www.apcmedia.com). [Online] [Citace: 21. 3 2011.] [http://www.apcmedia.com/salestools/DBOY-7EDLE8\\_R0\\_EN.pdf](http://www.apcmedia.com/salestools/DBOY-7EDLE8_R0_EN.pdf).

11. Chlazení pro stojany RACK. <http://www.laka.cz>. [Online] LAKA CZ s.r.o. [Citace: 21. 3 2011.] <http://www.laka.cz/chlazen-pro-stojany-rack>.
12. Chlazení přívodem z podlahy, návrat do sálu. <http://www.conteg.cz>. [Online] [Citace: 21. 3 2011.] <http://www.conteg.cz/system-chlazen-privodem-z-podlahy-navratem-do-mistnosti/>.
13. Chlazení přívodem ze sálu, návrat do podhledu. <http://www.conteg.cz>. [Online] CONTEG, spol. s r.o. [Citace: 21. 3 2011.] <http://www.conteg.cz/system-chlazen-privodem-z-mistnosti-navratem-do-podhledu/>.
14. Neutral Internet eXchange. [www.nix.cz](http://www.nix.cz). [Online] NIX.CZ, z.s.p.o. [Citace: 30. 10 2010.] <http://www.nix.cz/>.
15. Rekuperace tepla. [www.rekuperace.cz](http://www.rekuperace.cz). [Online] ATREA s. r. o. [Citace: 21. 3 2011.] <http://www.rekuperace.cz/>.
16. **Petr Krčmář.** Sun předvedl v České republice datacentrum Blackbox. <http://www.root.cz>. [Online] Internet Info, s.r.o., 25. Červen 2008. [Citace: 21. 3 2011.] <http://www.root.cz/clanky/sun-predvedl-v-ceske-republice-blackbox/>.
17. Tier Certified Facilities and Designs. <http://professionalservices.uptimeinstitute.com>. [Online] Uptime Institute Professional Services. [Citace: 21. 3 2011.] <http://professionalservices.uptimeinstitute.com/tiercert.htm>.
18. Uzavřená studená ulička. <http://www.conteg.cz>. [Online] CONTEG, spol. s r.o. [Citace: 21. 3 2011.] <http://www.conteg.cz/uzavrena-studena-ulicka/>.
19. Volné chlazení (free-cooling). [www.completecz.cz](http://www.completecz.cz). [Online] COMPLETE CZ, spol. s r.o. [Citace: 21. 3 2011.] <http://www.completecz.cz/cz/volne-chlazen-free-cooling->.
20. Green Grid completes international PUE harmonization. <http://www.datacenterdynamics.com>. [Online] Datacenter Dynamics. [Citace: 21. 3 2011.] <http://www.datacenterdynamics.com/focus/archive/2011/03/green-grid-completes-international-pue-harmonization>.

## 8. Přílohy

### 8.1 Seznam tabulek

Tabulka 1: Přehled jednotlivých služeb.....	15
Tabulka 2: Prezentované systémy chlazení (dle distribuce chladného vzduchu)..	18
Tabulka 3: Významná peeringová centra ve světě .....	31
Tabulka 4: Typické TIER atributy.....	39
Tabulka 5: Energetické nároky jednotlivých variant.....	60
Tabulka 6: Odhad investičních nákladů I. etapa výstavby .....	61
Tabulka 7: Odhad investičních nákladů II. až V. etapa výstavby .....	61
Tabulka 8: Odhad investičních nákladů VI. etapa výstavby .....	62
Tabulka 9: Počty serverů v největších datacentrech.....	72

### 8.2 Seznam ilustrací

Obrázek 1: Prvky datacentra.....	11
Obrázek 2: Chlazení přívodem z podlahy do racku, návrat do sálu .....	20
Obrázek 3: Chlazení systémem teplá a studená ulička.....	21
Obrázek 4: Uzavřená studená ulička .....	22
Obrázek 5: Chlazení přívodem ze sálu, návrat do podhledu .....	23
Obrázek 6: Boční uzavřené modulární systémy .....	24
Obrázek 7: Zapojení ATS.....	28
Obrázek 8: Logo českého veřejného peeringového bodu NIX.....	31
Obrázek 9: Statistika datového toku přes peeringový bod NIX.CZ.....	32
Obrázek 10: Příklad stromu doménových jmen .....	34
Obrázek 11: Schéma elektrického zapojení Tier I.....	36
Obrázek 12: Schéma elektrického zapojení Tier II .....	37
Obrázek 13: Schéma elektrického zapojení Tier III.....	38
Obrázek 14: Schéma elektrického zapojení Tier IV.....	38
Obrázek 15: datacentrum v kontejneru SUN Microsystems .....	42
Obrázek 16: Konstrukce dvojité podlahy .....	45

Obrázek 17: Schéma jednotkové klimatizace s přímým odparem chladiva.....	54
Obrázek 18: Schéma jednotkové klimatizace s freecoolingem .....	54
Obrázek 19: Schéma klimatizace s centrálním zdrojem chladu .....	55
Obrázek 20: Četnost teplot venkovního vzduchu v průběhu roku pro Prahu.....	62
Obrázek 21: Roční spotřeba energie.....	63
Obrázek 22: Roční provozní náklady v EUR jednotlivých provozních režimech	63
Obrázek 23: Roční provozní náklady jednotlivých komponentů v EUR.....	63
Obrázek 24: Roční četnost provozu v jednotlivých provozních režimech v %.....	64
Obrázek 25: Roční náklady na provoz klimatizace .....	64
Obrázek 26: Roční spotřeba energie.....	64
Obrázek 27: Roční provozní náklady v EUR jednotlivých provozních režimech	65
Obrázek 28: Roční provozní náklady jednotlivých komponentů v EUR.....	65
Obrázek 29: Roční četnost provozu v jednotlivých provozních režimech v %.....	65
Obrázek 30: Roční náklady na provoz klimatizace .....	66
Obrázek 31: Roční spotřeba energie.....	66
Obrázek 32: Roční provozní náklady v EUR jednotlivých provozních režimech	66
Obrázek 33: Roční provozní náklady jednotlivých komponentů v EUR.....	67
Obrázek 34: Roční četnost provozu v jednotlivých provozních režimech v %.....	67
Obrázek 35: Roční náklady na provoz klimatizace .....	67
Obrázek 36: Server Google .....	73
Obrázek 37: Datacentrum v buňce .....	74
Obrázek 38: PUE údaje z deseti největších Google datových center.....	74