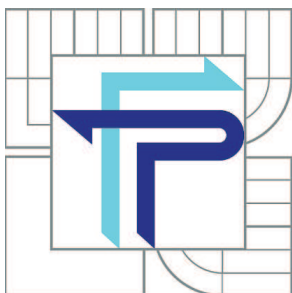


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ  
ÚSTAV MANAGEMENTU

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT  
INSTITUTE OF MANAGEMENT

# NÁVRH ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNOSTI DC V SILOVÉ INFRASTRUKTUŘE A JEHO DOPAD NA EKONOMIKU PODNIKU

A SUGGESTION TO ENSURE SAFETY OF DC IN POWER INFRASTRUCTURE AND ITS IMPACT  
ON ECONOMICS OF AN ENTERPRISE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. MARTIN TRŮČKA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR DYDOWICZ, Ph.D.

BRNO 2010

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

**Bc. Martin Trůčka**

---

Řízení a ekonomika podniku (6208T097)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává diplomovou práci s názvem:

**Návrh zajištění bezpečnosti DC v silové infrastruktuře a jeho dopad  
na ekonomiku podniku**

v anglickém jazyce:

**A Suggestion to Ensure Safety of DC in Power Infrastructure and its Impact  
on Economics of an Enterprise**

Pokyny pro vypracování:

Úvod  
Vymezení problému a cíle práce  
Teoretická východiska práce  
Analýza problému a současné situace  
Vlastní návrhy řešení  
Závěr  
Seznam použité literatury  
Přílohy

---

Podle § 60 zákona č. 121/2000 Sb. (autorský zákon) v platném znění, je tato práce "Školním dílem". Využití této práce se řídí právním režimem autorského zákona. Citace povoluje Fakulta podnikatelská Vysokého učení technického v Brně. Podmínkou externího využití této práce je uzavření "Licenční smlouvy" dle autorského zákona.

Seznam odborné literatury:

CAMPBELL, J. D. Uptime – Strategies for Excellence in Maintenance Management. 1. vyd. Productivity Press Portland, Oregon 1995. 192 s. ISBN 1-56327-053-6.

IBLER, Z. a kol. Energetika v příkladech-Technický průvodce energetika, 2.díl. BEN, 2003. 384s. ISBN 80-7300-097-0

LEITL, R. Spolehlivost elektrotechnických systémů. 1.vyd. SNTL, 1990. 287s. ISBN 80-03-00408-X.

LIBICH, V. Zdroje a přeměna energie. 1. vyd. Brno, 1990. 248s. ISBN 80-214-0170-2.

MAYER, D. Elektrodynamika v energetice. BEN, 2005. 280s. ISBN 80-7300-164-0.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Petr Dydowicz, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/10.



*Martina Rašticová*

PhDr. Martina Rašticová, Ph.D.  
Ředitel ústavu

*Anna Putnová*

doc. RNDr. Anna Putnová, Ph.D., MBA  
Děkanka

V Brně, dne 7.2.2010

## **Abstrakt**

Cílem mé diplomové práce je popis návrhu zajištění bezpečnosti datového centra v silové infrastruktuře a jeho dopad na ekonomiku podniku. Úvodem analyzuji celou situaci. Dále se zabývám možnostmi východisek za použití získaných poznatků. Závěrem práce se věnuji konkrétnímu postupu minimalizace finančních ztrát podniku způsobené výpadkem elektrické energie a plánu na zajištění bezpečnosti proti tomuto výpadku.

## **Abstract**

The aim of this thesis is a description of a proposal to ensure safety of DC in power infrastructure and its impact on economics of an enterprise. The first part is focused on the analysis of the whole situation. The work also contains other possibilities of solution with respect to theoretical resources. The attention is also drawn to a particular procedure to minimize the financial loss of the company caused by a power failure and to a plan for providing maximum protection against this power failure.

## **Klíčová slova**

Výpadek napájení, finanční ztráta, obtok, baterie, zdroj nepřerušovaného napájení, doba zálohy.

## **Keys words**

Power failure, financial loss, bypass, battery, uninterruptible power supply, backup time.

## **Bibliografická citace**

TRŮČKA, M. *Návrh zajištění bezpečnosti DC v silové infrastruktuře a jeho dopad na ekonomiku podniku*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2010. 71s. Vedoucí diplomové práce Ing. Petr Dydowicz, Ph.D.

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně.

Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 15. května 2010

-----

Podpis

## **Poděkování**

Děkuji panu Ing. Petru Dydowiczovi, Ph.D. za velmi užitečnou metodickou pomoc, kterou mi poskytl při zpracování mé diplomové práce.

Brno Květen 2010

## **OBSAH:**

ÚVOD .....	10
1 VYMEZENÍ PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE .....	12
1.1 Možné metodiky které lze použít.....	13
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE .....	15
2.1 Co se stane když se elektrická energie nedodá.....	15
2.2 O elektrické energii obecně .....	15
2.3 Co je to elektrická energie .....	16
2.3.1 Velikost a hodnoty napětí sítě.....	17
2.4 Datové centrum.....	18
2.4.1 Možné rizika pro datová centra .....	20
2.4.2 Možnosti čelení rizik .....	21
2.4.3 Další kritické systémy budovy datových center .....	22
2.4.4 Výběr Lokality .....	23
2.4.5 Požadavky na strukturu budovy.....	24
2.5 Časté důvody pro změnu.....	26
2.5.1 Hustota vs. kapacita .....	26
2.6 Záložní zdroj UPS.....	28
2.7 Rozdělení záložních zdrojů UPS podle technologie.....	29
2.7.1 OFF-LINE UPS .....	29
2.7.2 LINE-INTERACTIVE UPS .....	30
2.7.3 ON-LINE UPS .....	30
2.8 Rozdělení záložních zdrojů UPS podle počtu fází.....	30
2.9 Možnosti řešení zapojení jednotlivých UPS .....	31
2.9.1 Single zapojení.....	31
2.9.2 Modulární řešení .....	31
2.9.3 Paralelní řazení velkých UPS .....	31
2.10 Baterie UPS.....	32
2.11 Princip beztransformátorové technologie UPS.....	33
2.11.1 Beztransformátorové řešení v porovnání s klasickou konstrukcí UPS... 33	
2.11.2 Klasické součástky UPS v porovnání se součástkami beztransformátorových UPS .....	35



2.12	PDU .....	38
3	ANALÝZA PROBLÉMU A SOUČASNÁ SITUACE .....	39
3.1	Současná situace .....	39
3.2	SWOT analýza aktuálního zabezpečení distribuční sítě.....	39
3.3	Technické parametry konkrétních zařízení.....	40
3.4	Technické požadavky a kvalitativní ukazatele UPS .....	42
3.5	Splnění bezpečnostních požadavků .....	42
3.6	Kritéria volby UPS.....	43
3.6.1	Výstupní výkon zdroje UPS .....	43
3.7	Problém úspory elektrické energie .....	44
4	VLASTNÍ NÁVRH A IMPLEMENTACE ŘEŠENÍ.....	46
4.1	Princip návrhu.....	46
4.2	Návrh UPS a jejich součástí pro spolehlivý provoz .....	46
4.2.1	Návrh koncepce .....	46
4.2.2	Návrh typu UPS .....	47
4.3	Návrh konkrétní velikosti a počtu UPS .....	48
4.3.1	Návrh aktivace ESS (účinnost až 99%) .....	49
4.3.2	Navržení aktivace optimalizace účinnosti dvojí konverze .....	50
4.4	Návrh baterií UPS .....	51
4.4.1	Návrh režimu dobíjení baterií.....	52
4.5	Návrh paralelního koordinátoru.....	52
4.6	Návrh vystrojení Rackových stojanů .....	54
4.7	Návrh komunikace a dohledu UPS systému.....	55
4.7.1	Monitoring celkového UPS systému .....	55
4.7.2	Návrh monitorování vlhkosti a teploty prostředí TC.....	56
4.7.3	Návrh zajištění servisní dostupnosti k UPS.....	57
4.8	Postup možných kroků realizace .....	58
4.9	Ekonomické vyhodnocení a přínos návrhů řešení .....	59
4.9.1	Náklady investice.....	59
4.9.2	Vyčíslení nedodané energie .....	59
4.9.3	Ocenění nedodané energie .....	60
4.9.4	Stanovení přesné ceny jedné minuty výpadku elektrické energie .....	60

4.9.5	Výpočet spolehlivosti dodávky elektrické energie .....	60
4.9.6	Vyčíslení celkových škod za rok v případě nezabezpečení DC .....	61
5	ZÁVĚR .....	66
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ: .....	67
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ: .....	68
	SEZNAM POUŽITÝCH POJMŮ: .....	69
	SEZNAM OBRÁZKŮ: .....	70
	SEZNAM TABULEK: .....	70
	SEZNAM ROVNIC: .....	71
	SEZNAM PŘÍLOH: .....	71

# ÚVOD

Dnešní technicky vyspělá a vysoce organizovaná společnost je charakteristická značnou energetickou náročností. Elektrická energie je základním stavebním kamenem téměř všech činností napříč celým podnikatelským světem. Bez elektrické energie se neobejde žádné odvětví. V současné době je existence podniku prakticky závislá zásobováním touto elektrickou energií. Podnik potřebuje k správnému fungování kvalitní dodávku elektrické energie, protože se s odstupem času na tomto zdroji stal závislý. Tato elektrická energie je distribuována pomocí veřejných rozvodných sítí elektrické energie, která postupnou transformací přechází do konečné spotřebitelské podoby a napájí tak osvětlení, topení, elektrické spotřebiče, servery, úložiště dat, klimatizace, počítače, mikroprocesorová ovládání, audiovizuální techniku, světelné regulátory, videopřístroje, satelity, telefonní ústředny, faxy apod. Tyto technologie jsou již nezbytně nutné k našemu dennímu životu a potřebují zajistit napájení elektrickou energií ve specifikované kvalitě a bez přerušení dodávky elektrické energie po dobu používání technologie.

V prostředí průmyslových procesů mohou problémy s napájením zapříčinit nebezpečné situace, ohrozit obsluhu technologií způsobit výrazné finanční ztráty na majetku a poškodit pečlivě uchovávaná data nutná pro provoz společnosti.

Mnoho problémů s napájením pochází právě z veřejných rozvodných elektrických sítí, které vznikají na úkor dlouhých přenosových vzdáleností, nepříznivých meteorologických podmínek a neočekávaných katastrofických událostí. Problémy s napájením však mohou být také zapříčiněny lokálními faktory jako jsou například spouštění zařízení s velkým počátečním odběrem elektrické energie (motory, transformátory apod.), vadné komponenty lokálních rozvodů (rozváděče, jističe, kabelové vedení apod.) či konstrukční vada samotných technologií.

Zmíněné problémy se projevují poruchami střídavého napětí či proudu a řešením, jak předejít tak zmiňovaným problémům a zajistit tak stabilitu napájení pro technologie bývá někdy problémem.

Cílem mé diplomové práce je zajištění vysoké bezpečnosti chodu DC v silové infrastruktuře proti nepříznivým jevům, které se vyskytují v rozvodné distribuční síti, a tím zabránit nežádoucím vlivům na ekonomické ztráty podniku. Cíle bude dosaženo na

základě provedené analýzy, zhodnocení stávající situace a provedení nových návrhů a změn.

# 1 VYMEZENÍ PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE

**Banka, a. s.** poskytuje od roku 1993 v České republice široké spektrum bankovních služeb soukromé i podnikové klientele. Je dynamicky rostoucí banka patřící mezi nejvýznamnější české peněžní ústavy. Banka obsluhuje klienty v síti více než 100 poboček a klientských center, poskytuje rovněž služby specializovaných hypotečních center, osobních a firemních poradců. Banka za tři čtvrtletí 2009 vykázala zisk 1,6 miliardy korun, což představuje meziroční růst téměř o polovinu. Celková aktiva vzrostla na 182 miliard především kvůli rychlému růstu vkladů. Úspěšnou integraci a pokračující dynamický růst banky potvrdila celá řada ocenění. Banka a.s. od samého počátku aktivně nabízí služby s důrazem na zohlednění specifických potřeb klientů v různých regionech. Vedle svých ryze obchodních aktivit se banka angažuje v souladu se 140letou tradicí jména rovněž v řadě veřejně prospěšných aktivit, zahrnujících např. oblast kultury, vzdělávání či charitativní projekty.

Banka jako taková chce nejen přinášet svým klientům kvalitní a ojedinělé služby, ale je si vědoma i své společenské odpovědnosti. Proto se vedení této banky rozhodlo vybudovat nové datové centrum, které pomocí nové výpočetní techniky zkvalitní a hlavně zrychlí veškeré služby a transakce, které poskytuje svým klientům.

Jelikož budou v datovém centru umístěny nové rackové stojany s drahým zařízením jako jsou servery, knihovny a ostatní citlivá zařízení, je požadavek maximální spolehlivost chodu zařízení týkající se dodávky elektrické energie.

Hlavním problémem je závislost na elektrické energii, která napájí veškerá důležitá zařízení jak jsou prvky výpočetní techniky umístěné v datovém centru k bezproblémovému a bezporuchovému chodu. Tyto zařízení jsou nezbytně důležité pro provádění finančních operací transakcí jejichž nesprávné provedení může zapříčinit finanční a v horším případě i existenční problémy.

Cílem práce je navrhnout takové řešení, které by minimalizovalo finanční ztrátu a omezení chodu celého datového centra vlivem nepříznivých jevů vyskytujících se ve veřejné distribuční síti. Je potřeba se zaměřit dále na takové řešení, které by minimalizovalo jak pořizovací náklady celého řešení tak využití efektivního chodu navrhovaného zařízení. Jednalo by se o zaměření a na výkonný a úsporný systém.

## 1.1 Možné metodiky které lze použít

Pro konkrétní řešení se částečně zaměřuji na použití SWOT analýzy současného stavu datového centra na základě které můžu stanovit slabé stránky a hrozby. Jedná se o analýzu určitých stránek (analýza silných a slabých stránek, příležitostí a hrozeb) která se podrobuje detailnímu rozboru k řešení tohoto problému. Hodnotí se silné a slabé stránky (SW) – *strengths, weaknesses*, (OT) - *opportunities, threats*. Je velkou chybou snažit se o realizaci identifikovaných příležitostí bez eliminace Ohrožení a Slabých stránek.

Další metodika, která by se mohla použít je „Metodika určování spolehlivosti dodávky elektřiny a prvků lokálních distribučních soustav“ Stanovuje garantované a obecné standardy souhrnného přerušení dodávky elektřiny a standard četnosti přerušení dodávky elektřiny.

Hlavním cílem sledování je získání:

- 1) globálních ukazatelů spolehlivosti dodávky v sítích nn, vn a 110 kV pro veřejnou potřebu
- 2) podkladů o spolehlivosti jednotlivých prvků v sítích PLDS
- 3) podkladů pro spolehlivostní výpočty připojení velkoodběratele
- 4) podkladů o plynulosti dodávky pro citlivé odběratele.

Obecné standardy kvality dodávek elektřiny a souvisejících služeb definují předem stanovenou úroveň dodávek a služeb, které mají zákazníci právo očekávat

Další metodikou, která bude konkrétně použita je „Metodika vyčíslení nedodané energie“ Tuto metodiku navrhuji jako stěžejní protože lze na jejím základě vyčíslit ocenění nedodané energie a můžeme jednoznačně určit konkrétní finanční ztráty za konkrétní časovou jednotku. Základním kamenem vyčíslení je výpočet a ocenění nedodané elektrické energie za jednotku času. K výpočtu nedodané energie se v současné době používá několik výpočetních metod, většina těchto metod je založena na pravděpodobnostních výpočtech a na konkrétních měřeních v dané lokalitě, kde má být datové centrum umístěno.

### **Postup při zpracování diplomové práce:**

Na základě stanovených požadavků jsem provedl analýzu současného stavu, která ukázala možné slabé stránky a hrozby které se týkají nezabezpečení datového centra. Pro vlastní návrh řešení jsem začal navrhopvat na základě znalostí báze dané

problematiky, v tomto případě problematiku zabezpečení datových center proti výpadkům elektrické energie a ostatním anomáliím vyskytujícím se ve veřejné rozvodné síti. Tuto problematiku jsem řešil na základě teoretických a praktických podkladů, které popisují v teoretických východiscích práce. Na základě těchto vědomostí jsem provedl návrh optimálního řešení, které má zabezpečit minimalizaci finančních ztrát a pořizovacích nákladů realizovaného řešení. Nakonec jsem provedl ekonomické zhodnocení dané investice a její návratnost.

## **2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE**

Naprostá většina technických zařízení, kterými je člověk na začátku 21. století obklopen, je více či méně závislá na dodávce elektrické energie. O průmyslové automatizaci to platí dvojnásob. Přestože podstatná část nynějších průmyslových automatů, dispečerských pracovišť, řídicích systémů strojů NC a zařízení pro měření a regulaci obsahuje paměti dat a malé interní akumulátory, často se v průmyslové automatizaci uplatní i standardní záložní zdroj – UPS.

### **2.1 Co se stane když se elektrická energie nedodá**

Prvními, kdo na vlastní kůži pocítili, že zálohovat napájení je nezbytné a užitečné, jsou uživatelé výpočetní techniky. Většina z nich v klidu pracuje na svém počítači s důvěrou ve 230 voltů v zásuvce, až do doby než nastane tma a klid. V této situaci to převážně byla ztracená data nebo znehodnocená několikahodinová práce projektanta v programu CAD, v horším případě (např. při přepětí v distribuční síti) i zničení některých obvodů v počítači. V případě technologické linky však může být výsledkem zničený drahý materiál či polotovar, v bance nesprávně provedené finanční operace, v nemocnici kolabující pacient – vždy však ztracený čas, nálada, nervy, peníze a někdy i zdraví. Často nekontrolovaná ztráta napětí způsobí i nevratné poruchy na provozovaném zařízení.

### **2.2 O elektrické energii obecně**

Velká většina současných zařízení potřebuje ke svému životu elektrickou energii. Jak jsem již uvedl výše, tak tato energie je základním stavebním kamenem téměř všech činností napříč celým podnikatelským světem. Bez této energie se neobejde žádné odvětví. V současné době je existence podniku či instituce prakticky závislá zásobováním touto elektrickou energií. Současný podnikatelský subjekt se s odstupem času na tomto zdroji stal životně závislý. **(11.)**



## 2.3 Co je to elektrická energie

Když se řekne elektrická energie, každý asi ví co to je ale na začátku bych jen připomenul její krátký popis.

Podstatu elektrické energie tvoří tok volných elektronů při vodivém spojení míst s rozdílným elektrickým potenciálem. Elektřina je charakterizována zejména elektrickým proudem a elektrickým napětím. Elektřina se získává přeměnou jiné formy energie. Základem pro výrobu elektrické energie jsou přírodní zdroje, zejména uhlí, ropa, plyn, uran, voda, ale také sluneční záření a vítr. V mnoha případech se elektrická energie z jiných zdrojů získává několikasupňovou přeměnou. Například v tepelných spalovacích elektrárnách se mění chemická energie paliva nejdříve na energii mechanickou, z níž se pak pomocí generátorů vyrábí elektřina. Zařízení pro výrobu, přenos, rozvod a spotřebu elektrické energie tvoří soubor, nazývaný elektrizační soustava. Ještě na počátku 20. století představovala rozvodná elektrická síť na území dnešní České republiky pouze několik desítek menších zdrojů elektrické energie a několik málo kilometrů elektrických rozvodů. S postupem času se začaly stavět výkonnější elektrárny a propojovat se elektrickými vedeními do spolupracujících soustav nejen v rámci regionu, ale i mezi jednotlivými státy. (4.)

Elektrická energie je jednou mnoha forem energie, která se řídí přesně podle fyzikálních zákonů, je distribuována prostřednictvím distribučních rozvodných sítí a tím dodávána až ke koncovému zákazníkovi nebo také odběrateli. Mnoho problémů s napájením pochází právě z veřejných rozvodných elektrických sítí, které vznikají na úkor dlouhých přenosových vzdáleností, nepříznivých meteorologických podmínek a neočekávaných katastrofických událostí. Problémy s napájením však mohou být zapříčiněny i lokálními faktory jako jsou například spouštění zařízení s velkým počátečním odběrem elektrické energie (motory, transformátory...), vadné komponenty lokálních rozvodů (rozdávěče, jističe, kabelové vedení...) či konstruční vada samotných technologií. Mezi další negativní faktory můžeme zařadit:

- Atmosférické vlivy
- Časté spínání velkých elektrických spotřebičů
- působení ochranných a automatizačních prostředků sloužících k omezení poruchových stavů v sítích,
- vlivy způsobené nutnými provozními manipulacemi v síti,

- vlivy způsobené používáním některých elektrických spotřebičů (např. elektronické regulátory výkonu a otáček, napájecí zdroje elektronických přístrojů apod.)

Výše uvedené faktory mohou způsobovat problémy, které se projevují poruchami střídavého napětí, proudu a frekvence. Mezi tyto problémy patří:

- Výpadek elektrické sítě
- Dočasný pokles napětí
- Krátkodobé přepětí
- Trvalé podpětí
- Rušení v síti
- Vysokonapěťové špičky
- Kolísání frekvence
- Přechodové napětí
- Harmonické zkreslení

Vyskytnou-li se tyto problémy, nebo alespoň jeden z nich v distribuční rozvodné síti, může nastat situace, která je nebezpečná hlavně ohrožuje datová centra jako celek. Toto nebezpečí může znamenat riziko a určitý stupeň ohrožení činnosti podniku a tím způsobit nemalé finanční ztráty. Tyto ztráty se pak mohou promítnout do celkové ekonomiky podniku z hlediska ušlých zisků vlivem nefunkčnosti výše uvedených zařízení, na kterých jsme se stali závislími.

### **2.3.1 Velikost a hodnoty napětí sítě**

Jmenovité fázové napětí v síti nízkého napětí je 230 V. Jmenovité sdružené napětí v síti nízkého napětí je 400 V. Za normálních provozních podmínek musí být napětí v síti v povolené toleranci  $\pm 10\%$ , tudíž napětí se může pohybovat v rozmezí od 207 V do 253 V. V této toleranci musí být 95% průměrných efektivních hodnot napájecího napětí v měřicích intervalech 10 min. během každého týdne. Jmenovitý kmitočet je 50 Hz. Za normálních provozních podmínek musí být kmitočet sítě v povolené toleranci  $\pm 1\%$  po 99,5 % roku. **(4.)**

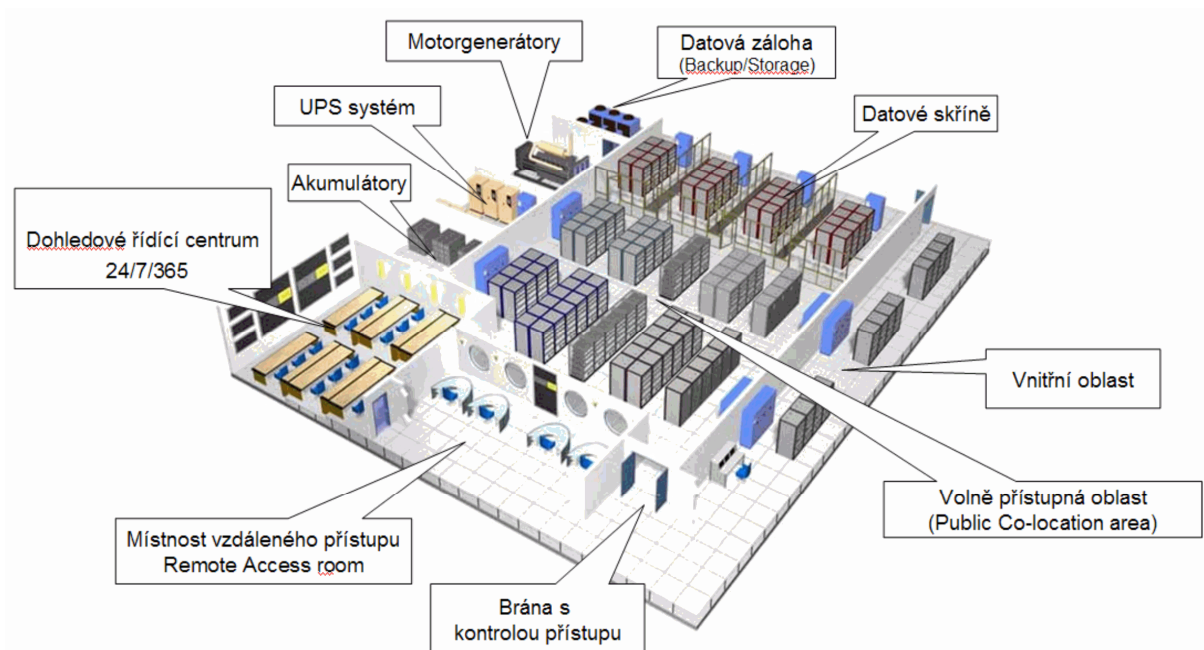
Velikost odchylek od ideálního průběhu napětí a symetrie vznikají především v důsledku vlastností připojovaných elektrických spotřebičů. Distribuční společnosti se snaží dodávat elektrickou energii v popsané kvalitě, která by měla odpovídat evropským standardům. Tato kvalita všeobecně stačí k tomu, aby bylo možné provozovat a bezproblémově používat naprostou většinu elektrických přístrojů. U přístrojů, které jsou obzvláště citlivé na odchylky od jmenovitých hodnot napájecího napětí (většinou laboratorní přístroje a přístroje umístěné v datových centrech) , nebo u přístrojů, které jsou použity v takových oblastech, kde se vyžaduje zvýšená spolehlivost, se lze vyvarovat chybných funkcí nebo poškození jenom tehdy, pokud budou učiněna vhodná technická opatření.

**Na přepětí jsou obzvláště citlivé:** počítače, mikroprocesorová ovládání, audiovizuální technika, světelné regulátory, videopřístroje, satelity, telefonní ústředny, faxy a jiné zařízení, které jsou součástí datového centra.

## 2.4 Datové centrum

Datové centrum je termín ze slovníku informačních technologií označující specificky upravené prostory, které vznikají na základě požadavků dnešního ekonomického prostředí. Společnosti si uvědomují důležitost být ve své činnosti vždy krůček před konkurencí a kladou důraz na současné důležité obchodní trendy. V mnoha případech to znamená nákup a integraci nejnovějších informačních a telekomunikačních technologií a adopci procesů, které jsou na těchto technologiích závislé. (3.)

Datové centrum se tak stalo komplexním prostředím integrovaných systémů, subsystémů a procesů pro vytvoření a zajištění informačních systémů, technologických dat a infrastruktury. Obecné uspořádání datového centra je znázorněno na Obr.1



**Obr. 1 : Datové centrum**

Typickými systémy datového centra jsou:

### **IT infrastruktura**

- síťové prvky
- síťové bezpečnostní prvky
- telekomunikační zařízení
- servery
- disková pole

### **Podpůrná infrastruktura**

- rozváděče a rozvody elektrické energie
- generátor / ATS
- záložní zdroje(UPS) a akumulovaná energie
- skříně a stojany pro IT zařízení
- klimatizační jednotky
- výměníky tepla
- řízení a monitoring přístupu
- detekce požáru

- zhášecí systém
- detekce zaplavení
- osvětlení

#### **Strukturovaná kabeláž**

- hlavní distribuční prvky
- horizontální vedení a distribuce
- vertikální vedení a distribuce
- otvory pro údržbu
- značení kabelové infrastruktury

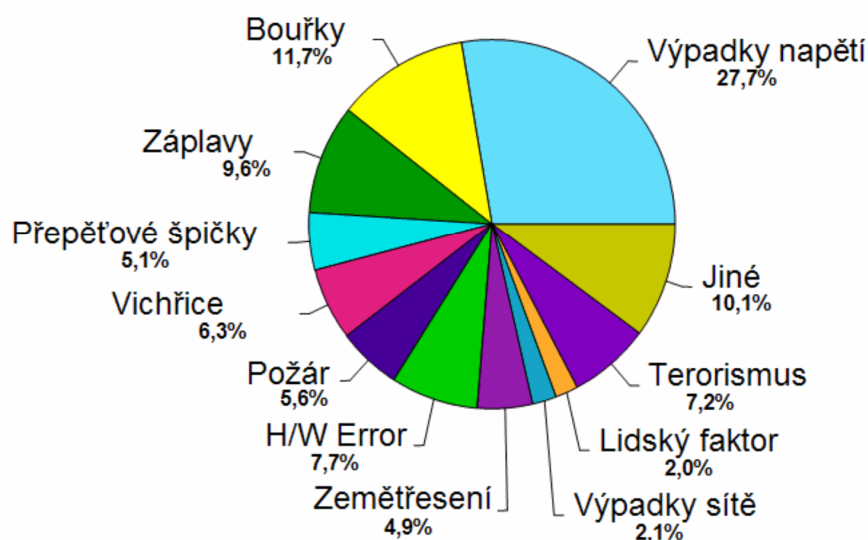
#### **Stavební prvky**

- zvýšená podlaha
- zavěšený podhled
- kabelové žlaby
- povrchové úpravy a čištění

### **2.4.1 Možné rizika pro datová centra**

Rizika, které mohou postihnout datové centrum, jejichž důsledkem může být ztráta drahocenných dat, omezení provozu nebo poškození součástí a komponent datového centra, pak mají dopad na celkovou finanční ztrátu a tím se může ovlivnit celá ekonomika podniku. Kruhový graf níže zobrazuje obecné typické druhy rizik a jejich procentuelní zastoupení pro zařízení datových center. Pro kompletní vyjádření jsou v grafu uvedeny i rizika, které se netýkají přímo vlivů z veřejné rozvodné distribuční sítě.

## Typy rizik v datových centrech :



Obr. 2 : Procentuelní graf všech možných rizik

Zdroj: Výzkum Contingency Planning, data jsou založena na poruchách sledovaných od roku 1982. Do kategorie Ostatní spadají: HVAC-Svc poruchy, softwarová selhání, sabotáže zaměstnanců, prasknutí trubek-kontaminace vodou, vzpoury, nehody při přepravě, atd.

### 2.4.2 Možnosti členění rizik

Z grafu viz. výše je zřejmé, že největší procentuelní riziko pro datová centra je výpadek napětí jehož podíl je 27,7%, v druhé řadě bouřky 11,7% a dalším podílem jsou přepětové špičky, tvořící 5,1% z celého grafu. Jelikož jsem se stali prakticky závislí na dodávkách elektrické energie, musíme nějakým způsobem čelit výše uvedeným problémům, které se mohou vyskytnou ve veřejné rozvodné distribuční síti a způsobit tak nemalé finanční ztráty podniku vlivem nefunkčnosti datového centra. Zmíněné problémy se projevují poruchami střídavého napětí/proudu a řešením, jak předejít zmiňovaným problémům a zajistit tak stabilitu napájení pro technologie, jsou následující možné opatření a instalace zařízení pro ochranu a "úpravu" napájení. (12.) Napájení citlivých spotřebičů je nutné zálohovat pro případ výpadku nebo poklesu elektrické energie z veřejné rozvodné distribuční sítě. Za výpadek napájení lze

považovat fluktuaci napětí dodávaného vnějším zdrojem čili dodavatelem. Za nestandardní průběh lze považovat snížené, nebo zvýšené napětí, změnu obalové křivky, nestabilitu frekvence 50 Hz apod. Všechny nestandardní situace mohou trvat různou dobu a to od několika milisekund, sekund, minut až po hodiny a někdy i dny.

Volba investice do zálohovaného napájení je tak vždy kompromisem mezi náklady na takové zajištění a škodou, způsobenou ztrátou nebo nedostupností dat. Základním obecným řešením jak předejít těmto problémům a potažmo finančním ztrátám je užití zařízení UPS (*Uninterruptible Power System*). **(11.)**

Právě UPS je zařízení, které je určeno k udržení provozu elektroniky v okamžiku, kdy nastane porucha nebo výpadek veřejné distribuční sítě (nebo vnitřní napájecí sítě podniku). Toto zařízení v takovém případě převezme skutečně bez přerušení napájení příslušných přístrojů a zařízení a postará se o jejich další provoz nebo o korektní a bezproblémové přerušení tohoto provozu.

### **2.4.3 Další kritické systémy budovy datových center**

Návrh a implementace datových center jako integrovaného systému s optimalizovaným využitím elektrického výkonu, optimalizovaným využitím podlahové plochy a optimalizovaným mechanickým systémem si vyžaduje konzultace týmů odborníků a podrobného zpracování projektových dokumentací na realizaci.

Pro nová či renovovaná datová centra existují další čtyři kritické způsoby výstavby, vyžadující explicitní engineering. Jedná se zejména o:

- **Systémy vzduchotechniky** (Tepelné, ventilační, klimatizační systémy (HVAC): mohou obsahovat stropní jednotky a rozváděcí jednotky zprostředkávající lokalizované chlazení vzduchem. Podpodlahový rozvod vzduchu je efektivní způsob rovnoměrné distribuce chladného vzduchu skrz dvojitou podlahu. Dodatečné chlazení a rozvod vzduchu může být vyžadovaný také mezi jednotlivými rack stojany. Jedním z největších problémů současných datových center je právě zajištění adekvátního chlazení a proudění vzduchu, které je potřeba pro intenzivní tepelný výkon moderních blade serverů a direct-access pamětových zařízení (DASD). **(11.)**

- **Protipožární systémy:** Zahrnují systémy detekce a potlačení požáru, které jsou nejčastěji kombinovány s proaktivními mlžnými systémy, které jsou propojeny se sušícími systémy nebo systémy suchého hašení (jako např. FM200 a Inergen) v citlivých částech datacentra, jako jsou například místa s paměťovými disky. **(11.)**
- **Bezpečnostní systémy:** lokální a centrální dozor
- **Podpodlahové systémy:** volí se výška 12 palců pro plochy do 1000 čtverečních stop, 12-18 palců pro plochy od 1000 do 5000 čtverečních stop, 18-24 palců pro plochu 5000-1000 ft<sup>2</sup> a 24 palců pro plochy nad 10 000 ft<sup>2</sup>.

#### 2.4.4 Výběr Lokality

Výběr lokality bývá také podstatou bezpečnosti pro datová centra jak z hlediska bezpečnosti, tak z hlediska dostupnosti. Lokace datového centra ovlivňuje bezpečnost, funkční efektivitu a provozní náklady společnosti, které jsou dnes hlavním měřítkem pro realizaci.

Ve většině případů vznikají datová centra a vybudování počítačového sálu v již existujících budovách nebo je jejich výstavba zahrnuta do již navrhnutého stavebního projektu. Prostory jsou tak často určeny firemním managementem nebo stavebním architektem a to obvykle komplikuje dodržení optimální koncepce záložního napájení a chlazení.

Problematika výstavby a provozu datových center je obsáhlé téma, které v současné době např. zasahuje do oblastí mezinárodního standardu ISO/IEC 17799 bezpečnosti informací a tak je nutno věnovat návrhu a výstavbě datových center maximální pozornost. **(11.)**

##### Hlavní rozvaha pro výběr vhodného místa.

- Vzdálenost od oblastí náchylných k přírodním nebezpečím (povodně, bouře)
- Vzdálenost od míst s náchylným k teroristickým útokům
- Rozumná dojezdová vzdálenost pro zaměstnance a zákazníky, blízkost hromadné dopravy



- Veřejné stimuly (granty, dotace, daňová zvýhodnění a jiné stimuly lákající high-tech provozy)
- Komunikační infrastruktura
- Postačující a spolehlivý zdroj energie, nejlépe ze dvou nezávislých sítí
- Veřejné stimuly (daňové úlevy, menší náklady na veřejné služby, provozní náklady, jiné dotace)
- Nižší ceny nemovitostí
- Vysoká úroveň bezpečnosti, blízkost k policejním služebnám
- Dostatečná plocha v okolí pro parkování, skladování vody a paliva, transformátorovna a generátory
- Místo pro dodávkové kamiony --> dodávky materiálu
- Vzdálenost od přibližovacích koridorů letadel, potrubních systémů a skladovacích zařízení s nebezpečnými materiály
- Dostatečný odstup od vysokonapěťového elektrického vedení (eliminace elektromagnetické interference)
- Dostatečný odstup od hlavních silnic a přístupových cest
- Dostatečný odstup od železnice
- Vhodná dodávka služeb (elektrický výkon z několika sítí, voda, plyn apod.)
- Žádné místní předpisy či ochranné zóny bránící použití dané lokality pro datové centrum
- Vzdálenost od rezidenčních sídel a jiných na hluk citlivým sousedním objektům (nemocnice,...)

#### **2.4.5 Požadavky na strukturu budovy**

Specifická stavební struktura může být odvozena ze vzájemné interakce záložního a stavebního konceptu, který je kombinován s technickým zařízením budovy. Organizační struktura by měla být navržena tak, aby se vyhnula následkům škod způsobenými přírodními činiteli, teroristickým útokům a aktům sabotáže. (12.)

- Preferuje se jednopodlažní struktura s velkým otevřeným pravoúhlého půdorysem

- Velká rozteč stojanů (9 x 15 m je již dostatečné)
  - Výška mezi podlažími 4 - 4,25 m (od stropu k nejnižšímu konstrukčnímu prvku)
  - Minimum oken, nejlépe zpevněné stěny
  - Rovná střecha bez stropních oken a světlíků
  - Nákladní doky pro dodávky zboží
  - Rampy a vysokotonážní servisní výtahy pro dodávku zařízení do podlaží datového centra
  - Přístup do budovy jen jedním vchodem
  - Dostatečné zábrany podél celé budovy z bezpečnostních důvodů
  - Umístění místností pro zpracování dat v nadzemních podlažích (kvůli nebezpečí záplav)
  - Parkovací oblasti neumisťovat do přízemí či pod datové centrum. Nejlépe umístit odděleně od datového centra.
- 
- Ovládání administrativy, provozní a organizační struktura datového centra v jednom centrálním místě
  - Žádné místnosti nad datovým centrem by neměly být vybaveny rozstříkovači (nebezpečí zatopení)
  - Oddělené místnosti pro zálohování (pásky, DVD, atd.)
  - Zabezpečené skladovací prostory pro IT vybavení (náhradní díly)
  - Zabezpečené místnosti pro UPS systémy a bateriové systémy
  - Zabezpečené místnosti pro rozvodny a dieselgenerátory
  - Zabezpečené místnosti pro umístění vzduchotechniky
  - Instalace automatického plynového hasicího systému pro zaplynění místností se zdvojenou podlahou
  - Oddělený vyčkávací prostor od zóny zpracování dat (Separate staging area outside of Data Processing area)
  - Oblast pro uskladnění větších předmětů, hořlavin a kartonů mimo vlastní datové centrum

## 2.5 Časté důvody pro změnu

Během roku 2009 se 70% datových center nedokáže přizpůsobit provozním a kapacitním požadavkům bez určitého stupně renovace, expanze či přesunu na jiné místo.

Klíčovým požadavkem pro úspěšné datové centrum - které je možno dlouhodobě udržovat – je stavebnicový model - pro vybavení a činnost, stejně jako integrovaný systém, ve kterém každý komponent musí být považovaný v tomto kontextu flexibility a rozšiřitelnosti.

Důvodem pro změnu mohou tedy být:

- Nová zařízení
- Zhuštění nebo expanze
- Nové požadavky na redundanci
- Vyšší potřeba energie
- Vyšší nároky na chlazení
- Omezená podlahová plocha
- Nové bezpečnostní požadavky
- Změny provozních procedur
- Změna účelu datacentra
- Snížení provozních nákladů

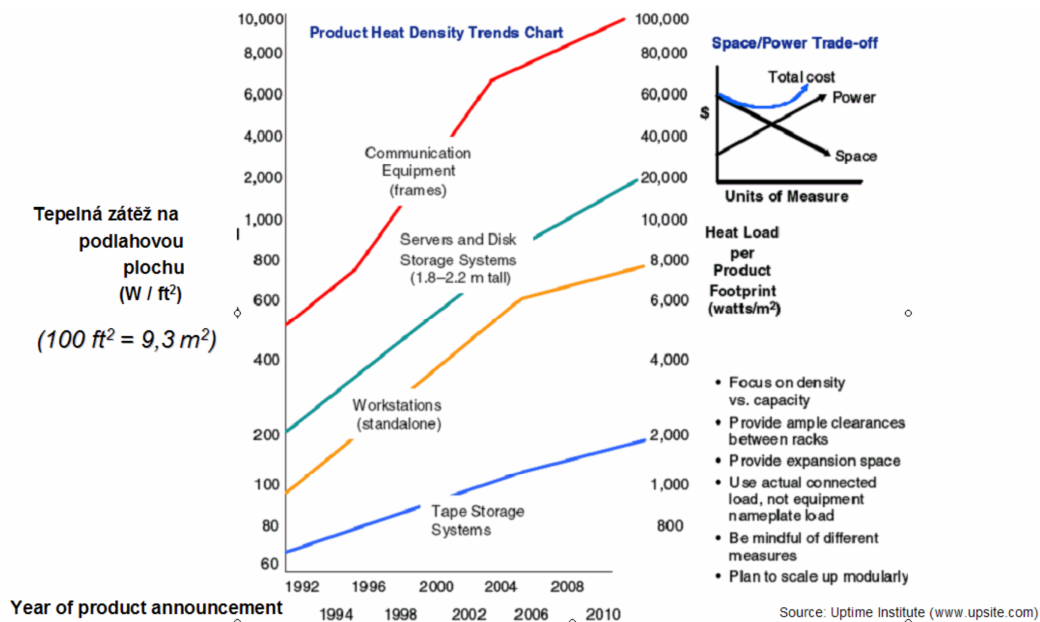
### 2.5.1 Hustota vs. kapacita

Zařízení datových center zřídka dosahují funkčních a kapacitních požadavků specifikovaných v počátečním návrhu. S příchodem nových technologií, jako jsou blade servery, které vyžadují podstatně vyšší příkon a zároveň chlazení; nutné sloučení menších datových center do větších celků; požadavky na více prostoru; změnou provozních procedur; a potencionálními změnami bezpečnostních předpisů prochází vývoj moderních datových center neustálými změnami

Stále více se ukazuje, že datacentra jsou v některých případech poddimenzována na svoji elektrickou kapacitu, jelikož se setkávají se stále vzrůstajícími požadavky na výkon a chlazení moderního serverového vybavení (jako jsou například blade servery).

Dostatečná kapacita by měla být vztažena k jednotlivým patch panelům, pro všechna vedení a pomocné distribuční napájecí zdroje. Zvláštní pozornost by měla být soustředěna na hustotu připojeného vybavení vzhledem k počáteční a výhledové kapacitě. Pro počítačová zařízení je obvykle vyžadována elektrická kapacita od 320 W / m<sup>2</sup> do 750 W / m<sup>2</sup>. Je však třeba počítat i s dalšími zařízeními jako je klimatizace, zvlhčování, osvětlení, UPS a ztráty transformátoru. Tato zařízení mohou zvýšit až jeden a půl násobně požadavky na výkon v závislosti na prostorovém uspořádání dat. center (odstupy řad) a efektivitě distribuce chlazení. Na následujícím obrázku je zobrazeno jak se tepelná hustota projeví ve wattech na 1 m<sup>2</sup> instalovaného vybavení. Pokud jsou v kalkulaci započítány prostory uliček - a další volné prostory budou skutečné waty na 1 m<sup>2</sup> v prostorách s dvojitou podlahou podstatně nižší.

**Taktické pokyny:** Datacentra by měla být koncipována od 540 W / m<sup>2</sup> do 1075 W / m<sup>2</sup> v místnostech s dvojitou podlahou. Mělo by být možné stavebnicově přidat kapacitu. Volba rozestupů mezi jednotlivými datovými skříněmi by měla být pokud možno velkorysá, je tím umožněn lepší odvod ztrátového tepla.



Obr. 3 : Hustota vs. kapacita

## 2.6 Záložní zdroj UPS

Klíčovou funkcí UPS je poskytovat vždy a za všech okolností nepřerušené napájení kritickým zařízením. UPS je založena na principu akumulace elektrické energie do energie chemické a její zpětné uvolnění v případě potřeby. Médiiem jsou olověné bezúdržbové akumulátory v konkrétní konfiguraci a kapacitě. Systémy UPS většinou výkonově kryjí krátké fluktuace primárního napájení z veřejné distribuční sítě. Doba zálohy je daná konfigurací těchto olověných akumulátorů. Obecně platí úměra, že čím větší datové centrum chceme zálohovat, tím více je potřeba olověných akumulátorů a čím déle ho chceme zálohovat tím potřebujeme větší kapacitu. Touto přímou úměrou také roste objem váha a hlavně cena investic na akumulátory UPS. (12.)

Je nutné si uvědomit fakt, že po vybití akumulátorů musí následovat jejich opětovné nabití do pohotovostního stavu, což je dle nabíjecích standardů definováno dobou 8 hodin. UPS má během této doby sníženou dobu zálohy na energii, kterou od minulého výpadku stačila doplnit. I proto není vždy dobré volit zbytečně dlouhé doby zálohování, neboť jsou akumulátory dosti finančně nákladné s omezenou životností několika (řádově 5 až 10) let.

UPS je zpravidla vybavena dosti výkonným počítačovým řídicím systémem, který je schopen zajišťovat kromě základních funkcí UPS i mnoho dalších funkcí, jež jsou zaměřeny především na zvýšení spolehlivosti zálohovacího systému.

K základním funkcím řídicího systému patří především řízení tvaru a velikosti výstupního napětí, řízení výstupního kmitočtu, řízení přechodu mezi jednotlivými provozními režimy UPS – síťovým, bateriovým a popř. obtokovým – a řízení vybíjecího a nabíjecího režimu baterie.

Další funkcí řídicího systému je především jištění UPS pro ochranu zařízení před přetížením, přepětím, nadměrným oteplením, hlubokým vybitím baterie apod. Úkolem diagnostiky je včasná identifikace poruch, minimalizace jejich následků a pokud možno i včasná identifikace takového zhoršení parametrů, které signalizuje hrozící poruchu. Výstupem poruchové diagnostiky může být i automatické aktivování náhradního řešení (např. u redundantních systémů). Často bývá také požadováno automatické protokolování provozních událostí UPS.

Významným úkolem řídicího systému UPS je i komunikace s okolím, tj. se zálohovanými spotřebiči, jestliže jsou vybaveny jistou inteligencí, a dále s obsluhou. V

prvním případě jde především o zálohování napájení serverů, počítačů nebo celých výpočetních systémů. Tehdy může UPS po datové síti poskytovat varování při přechodu na bateriový provoz, informace o zbývající době zálohování a před ukončením doby zálohování vyčerpáním baterií uskutečnit řízené odstavení – tzv. shutdown.

Pro komunikaci s obsluhou, tj. vysílání provozních informací, příjem povelů, změn nastavovaných parametrů apod., je důležitá skutečnost, že UPS zpravidla není přímo obsluhována a často je umístěn v prostorách s omezeným přístupem. Jde tedy o dálkovou datovou komunikaci – prostřednictvím ovládacího panelu, připojeného speciálním kabelem, po počítačové síti (typické u systémů zálohujících napájení počítačů) s možností využít internet, po telefonní síti nebo po síti mobilních operátorů. Obsluhou může být v takových případech i vzdálené servisní centrum.

Velikost nebo typ Těchto UPS pohybuje řádově od několika stovek VA (voltampér) až po několik stovek kVA (kilovoltampér). Tato veličina je veličinou zdánlivého výkonu, který nám udává jakou energii je daná UPS schopna přeměnit, zabezpečit nebo vyrobit v případě výpadku elektrické energie.

**Zdánlivý výkon** je definován jako prostý součin napětí a proudu procházejících obvodem. Činný výkon oproti tomu vyjadřuje energii, kterou obvod skutečně přemění na jiné formy. U čistě odporových součástí je činný výkon roven zdánlivému – celý výkon je využit.

U obvodů obsahujících i součástky kapacitní či indukční je nutno brát v potaz vzájemnou polohu fáze proudu a napětí. V takovém případě se část výkonu, označovaná jako jalový výkon, pouze přelévá obvodem a nekoná užitečnou práci. Podíl užitečné části výkonu, činný výkon, pak je vyjádřen účinníkem. (8.)

## **2.7 Rozdělení záložních zdrojů UPS podle technologie**

### **2.7.1 OFF-LINE UPS**

Jedná se o nejzastaralejší technologii. Principem Off-line technologie je vstupní a výstupní část UPS je galvanicky spojena přes. Vstupní napětí tedy prochází skrz UPS na výstup. V případě výpadku elektrické energie se přepne pomocí výkonového prvku a střídač, který vyrábí elektrickou energii z akumulátorů. Při opětovném obnovení elektrické energie přepne výkonový přepínač zpět na síť.

Doba přepnutí mezi síťovým a bateriovým režimem obvykle trvá do 20 ms.

Tato technologie se používá u jednoduchých stolních počítačů, serverů a ostatních zařízeních, které nejsou citlivé na větší anomálie. Použití je zejména u malých UPS s výkonem do 3kVA.

### **2.7.2 LINE-INTERACTIVE UPS**

Je obdobou Off-line UPS obohacenou o vstupní autotransformátor, který pomocí odboček reguluje výstupní napětí. V případě poklesu napětí pod určitou úroveň přepne autotransformátor odbočku pomocí které reguluje výstupní napětí UPS. Toto přepínání je však skokové. Doba přepnutí mezi síťový a bateriovým režimem je v řádu 4 ms. Tato technologie se používá u serverů a aplikací, které jsou citlivější zejména na dlouhodobé přepětí a podpětí. Použití je zejména u malých a středních UPS od výkonu 1kVA - 20kVA.

### **2.7.3 ON-LINE UPS**

Je nejrozšířenější i nepoužívanější UPS, která je používána zejména kritické aplikace vyšších výkonů. Principem tohoto funkčního typu je trvalá napěťová i kmitočtová nezávislost výstupního napětí na síťovém napájení. U tohoto typu lze docílit mimořádně přesné stabilizace výstupního napětí. Tento typ UPS je vybaven interním bypassem, který slouží zejména k propojení UPS na nezbytně nutnou dobu v případě přetížení, poruchy či nuceném požadavku a ochrání se tak proti vlastnímu přetížení nebo zabezpečení elektrické energie na výstupu v případě poruchy UPS.

## **2.8 Rozdělení záložních zdrojů UPS podle počtu fází**

Jednotlivé typy UPS se dělí dle požadavků zákazníka na určitý počet fází, které jsou nutné k napájení určitých zařízení. Jestliže se jedná o jednoduché počítače a servery, používají se zejména jednofázové UPS na vstupu i na výstupu. Pro větší počty pracovních stanic a serverů s jednou fází se používají UPS se třemi fázemi na vstupu a jednou fází na výstupu. Pro napájení třífázových zařízení, jako jsou větší diskové pole a složitější systémy je nutno použít UPS se třemi fázemi na výstupu.

Dělení jednotlivých UPS tedy dělíme na:

- Jednofázový vstup a jednofázový výstup UPS – 1:1

- Trojfázový vstup a jednofázový výstup UPS – 3:1
- Trojfázový vstup a trojfázový výstup UPS – 3:3

## **2.9 Možnosti řešení zapojení jednotlivých UPS**

### **2.9.1 Single zapojení**

Jelikož je UPS jen technické zařízení, mohou nastat situace kdy se dostane do poruchy. Vlastností zátěže důležitou pro výběr UPS je požadavek na spolehlivost napájení. Uživatel automaticky předpokládá, že UPS bude správně a bez poruchy pracovat vždy a za všech okolností. Ale i UPS je technické zařízení složené z mnoha součástí s konkrétní spolehlivostí. Střední doba mezi poruchami (Mean Time Between Failures – MTBF) je u UPS udávána v řádech 100 000 hodin. Může se to zdát hodně, je to přece jen jedenáct let nepřetržitého provozu (tedy více než technický život většiny zdrojů), ale je-li např. u telekomunikační firmy současně v provozu 40 zdrojů v různých aplikacích, může teoreticky každé tři měsíce jeden z těchto zdrojů vysadit. Porouchaná UPS přejde na obtok a zálohované zařízení je sice napájeno dál, ale z nezálohované distribuční sítě.

### **2.9.2 Modulární řešení**

Dalším typem zapojení, které má zřejmý význam spolehlivostního parametru – střední doby opravy (Mean Time To Repair – MTTR). Je modulární systém UPS, který se dá opravovat a vyměňovat jednotlivé moduly za provozu. Tyto modulární systémy jsou však kapacitně omezeny do několika desítek kVA. Doba opravy je u toho systému mimořádně krátká, neboť jde pouze o dobu nutnou k výměně vadného modulu za náhradní, tedy o několik minut (výměnu lze uskutečnit za plného provozu UPS). Modulární UPS dávají záruku mimořádně velké provozní spolehlivosti.

### **2.9.3 Paralelní řazení velkých UPS**

U velkých UPS je z konstrukčních důvodů obtížně realizovatelné modulární řešení. Soustava je navržena tak, aby i při výpadku jednoho z paralelních UPS bylo napájení zátěže nadále zajištěno v plném rozsahu. V běžném provozu tedy UPS pracují se



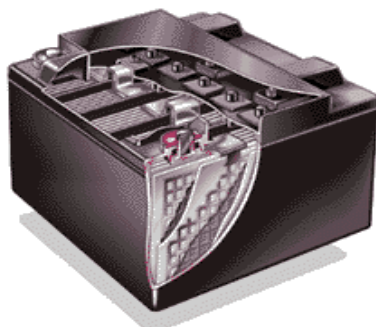
sníženým výkonem, navíc lze v období menšího odběru (např. v noci nebo o víkendech) některé zdroje programově odstavit. A také obráceně – jestliže nám z určitých důvodů nepostačuje v daný okamžik kapacita jedné UPS, lze jej nakonfigurovat jako kapacitní paralel a v tom případě se celkový výkon soustavy UPS rovná součtu výkonu jednotlivých UPS.

Paralelní systém UPS znamená propojení dvou nebo více jednotek UPS paralelně tak, že když jedna jednotka selže (což je velmi nepravděpodobné), druhá jednotka automaticky převezme napájení zátěže. Běžně se paralelní redundantní konfigurace dosáhne náhodným nebo pevným vztahem mezi hlavní a podřízenou jednotkou UPS. Logika hlavní jednotky vydává individuální příkazy všem podřízeným jednotkám. Naneštěstí může nastat osamělá porucha celého systému, protože když selže logika hlavní jednotky nebo spojení s podřízenými jednotkami, způsobí to poruchu celého systému UPS.

## 2.10 Baterie UPS

Baterie (akumulátor) – jedná se o určité množství propojených akumulátorových baterií které fungují jako zásobník energie pro zálohování napájecí sítě. V UPS se nejčastěji používají bezúdržbové uzavřené články, které negativně neovlivňují okolí.

Baterie je srdcem UPS. Její funkční schopnost je pro činnost a spolehlivost UPS klíčová. Ačkoli se baterie obvykle používá jen zřídka, musí být v případě potřeby plně provozuschopná. Parametry baterie se však časem zhoršují, protože jde o prvek elektrochemické povahy. Opatřebená baterie může způsobit neočekávanou ztrátu napájení zátěže. U většiny UPS jsou baterie trvale dobíjeny malým proudem („kapkovité“ dobíjení). Tento způsob dobíjení podstatně zkracuje životnost baterie – až o 50% - protože jsou baterie vystaveny neustálému vysychání a korozi elektrod.



Obr. 4 : Řez akumulátoru

## 2.11 Princip beztransformátorové technologie UPS

Současným trendem je nejen chránit datové centrum, ale chránit ho tak, aby se ušetřilo provozem a rozměry. Je tedy zapotřebí zvolit takovou variantu technologie, která bude poskytovat maximální možnou účinnost, aby eliminovala ztráty elektrické energie v samotné UPS.

Beztransformátorová konstrukce znamená, že UPS neobsahuje magnetické prvky pracující s kmitočtem elektrorozvodné sítě (transformátory ani tlumivky). Trend bez použití transformátorů se rozšiřuje směrem k vyšším výkonům, protože magnetické prvky pro síťový kmitočet jsou pracné i materiálově náročné. Je však třeba říci, že výkonové prvky pracující při vysokých kmitočtech, které jsou pro beztransformátorová řešení potřebné, jsou technologicky náročné a drahé. (9.)

Při vyšších výkonových úrovních přesahujících 30 kV·A je hlavním problémem rychlé spínání vysokých proudů při vysokých napětích, aniž by docházelo k výkonovým ztrátám nebo nadměrným napěťovým špičkám.

Během posledních deseti let se výkonové prvky typu IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor – bipolární tranzistory s izolovaným hradlem) zdokonalily tak, že umožňují použít přepínací kmitočet 10 kHz a vyšší, aniž by při těchto výkonových úrovních docházelo k neúměrnému snížení účinnosti. (9.)

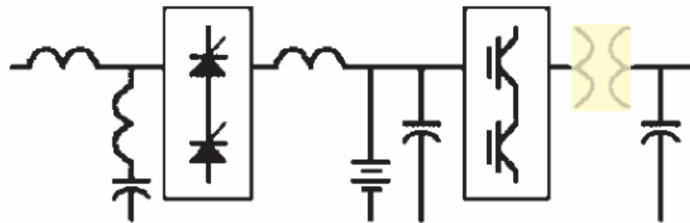
Některé sofistikované způsoby řízení a ovládání těchto prvků umožňují navíc dále snížit komutační ztráty na úroveň, která činí beztransformátorové UPS konkurenceschopné vůči klasickým řešením UPS starou technologií, a to i v případě, že se tato konkurenceschopnost poměruje pouze systémovou energetickou účinností.

### 2.11.1 Beztransformátorové řešení v porovnání s klasickou konstrukcí UPS

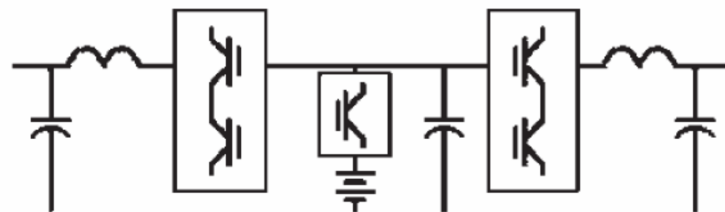
Na Obr. 5 a 6 jsou schematicky znázorněny základní topologie klasického a beztransformátorového řešení výkonového řetězce UPS. Fázově řízený usměrňovač, i když má nízké ztráty a je nákladově výhodný, produkuje značné harmonické zkreslení vstupního proudu a též snižuje vstupní účinník, což je v mnoha případech nepřijatelné a neslučitelné s některými typy motorgenerátorů.

Ke snížení celkového nelineárního (harmonického) zkreslení (THD) na hodnotu 5–10 % a k zvýšení vstupního účinníku (PF) na hodnotu 0,99 jsou zapotřebí velké vstupní

tlumivky a filtry harmonických. Tyto prvky zvyšují finanční náklady, celkovou hmotnost i zaujímanou podlahovou plochu. Navíc nejsou schopny udržet nízkou hodnotu THD a vysokou hodnotu PF v širokém rozsahu výkonů. Typicky jsou účinné pouze při zatížení nad 60 % maxima. Při nízkém zatížení, zhruba pod 40 %, může vstupní účinník nabýt kapacitní charakter a způsobit problémy při napájení z motorgenerátoru. Hodnota účinníku se též mění se vstupním napětím, udává se však obvykle pouze pro napětí jmenovité. (9.)

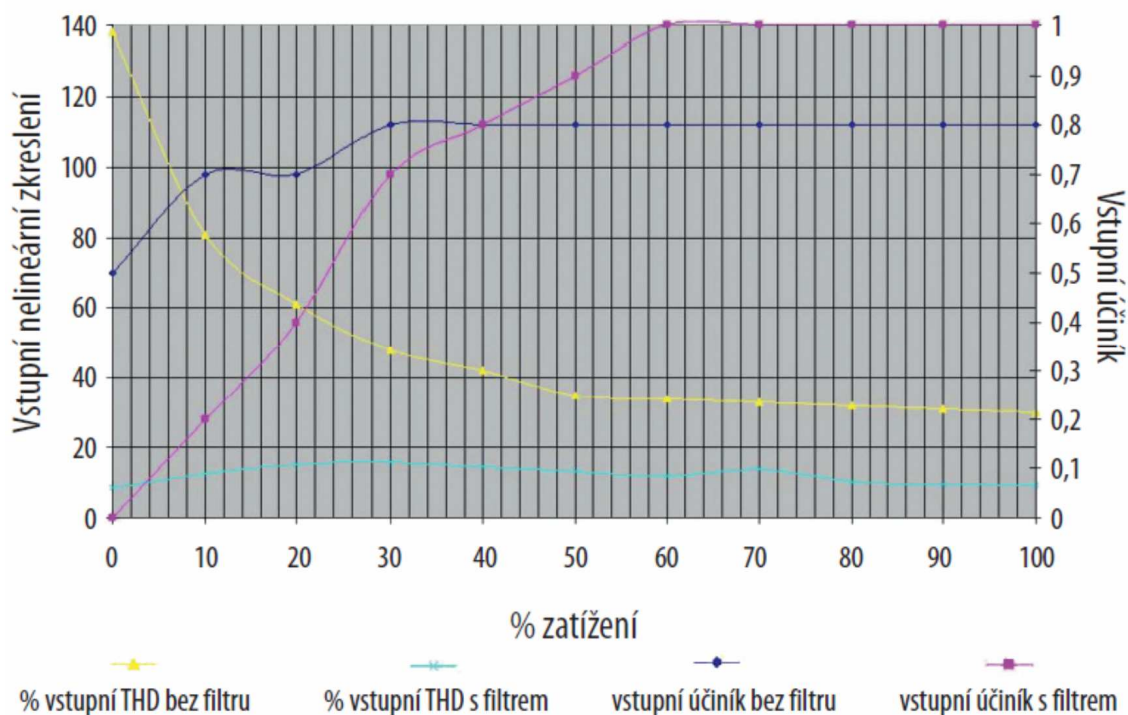


Obr. 5 : Zjednodušené schéma zapojení klasické

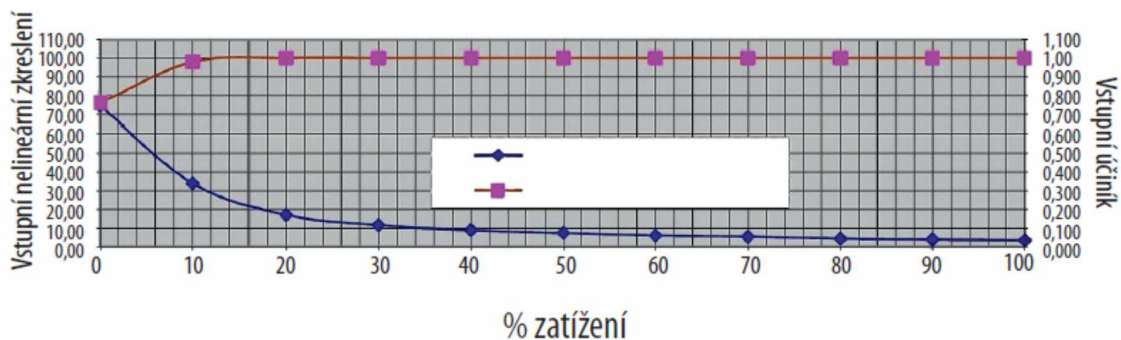


Obr. 6 : Zjednodušené schéma zapojení beztransformátorové

Jak je znázorněno na následujícím obrázku, nová beztransformátorová technologie s usměrňovačem s IGBT prvky sama o sobě udržuje vysokou hodnotu účinníku (PF) a nízkou hodnotu nelineárního zkreslení (THD) v rozsahu 10 až 100 % provozního zatížení. Technologie je bezproblémově slučitelná s motorgenerátory a **nevyžaduje předimenzování** motorgenerátoru obecně nutné ve spojení s klasickým řízeným křemíkovým usměrňovačem (SCR). Špičkové vstupní parametry s IGBT usměrňovačem jsou udržovány v celém rozsahu provozních vstupních napětí.



Obr. 7 : Typické vstupní charakteristiky klasických řešení UPS



Obr. 8 : Typické vstupní charakteristiky beztransformátorového řešení UPS

### 2.11.2 Klasické součástky UPS v porovnání se součástkami beztransformátorových UPS

Příklad toho, co lze vypustit při použití beztransformátorové konstrukce, je ukázán na Obr. 9 a Obr. 10 znázorňujícím „magnetický blok“ konvenčního uspořádání UPS. Je zobrazen výstupní transformátor, tlumivky ve vstupním přívodu, tlumivka stejnosměrné sběrnice(DC bus), výstupní filtrační tlumivky a indukčnosti vstupního filtru harmonických kmitočtů. Nejen že celá sestava má vysokou hmotnost, ale též podstatně přispívá k celkovým rozměrům systému. Rozměrové a zřejmé hmotnostní rozdíly klasických součástek v porovnání s novou beztransformátorovou technologií jsou dobře

patrné při paralelním porovnání obou řešení. Tyto tlumivky jsou zapájeny do desky tištěných spojů (PCB) a připevněny do hliníkového U šasi se zlomkem původní velikosti, hmotnosti a ceny. (9.)

Výsledný pohled je na Obr. 11. V beztransformátorových UPS se často používají konstrukce s uzavřenými magnetickými jádry. Vysoké proudy a nízké indukčnosti vyúsťují ve velké vzduchové mezery. Při vyloučení všech magnetických obvodů kromě centrálního sloupku jádra se snižuje celková permeabilita a objem centrálního jádra. Omezí-li se vinutí pouze na dvě vrstvy a zajistí-li se mezera mezi jádrem a vinutím, je možné přímé chlazení všech vinutí. Při kmitočtech nad 10 kHz bude u plného drátového vodiče docházet ke ztrátám vlivem skin efektu a malé vzdálenosti vodičů. Výše uvedené dokonalé chlazení umožňuje pro vinutí použít pouze jednovrstvou licnu, jejíž cena je zlomkem ceny tradiční vícevrstvé licny.



**Obr. 9 : Magnetický blok s transformátory**



**Obr. 10 : Beztransformátorový magnetický blok**



**Obr. 11 : Tlumivky poloviny úplného výkonového řetězce beztransformátorové technologie**

Nová technologie s beztransformátorovým uspořádáním a malými a lehkými filtračními tlumivkami, s IGBT prvky v investoru a usměřovači a moderními typy ovládní a řízení přináší zlepšení parametrů a zvýšení užité hodnoty. V porovnání s klasickými konstrukcemi UPS má beztransformátorové uspořádání pouze 25 % původní hmotnosti a 60 % zaujímané podlahové plochy.

## 2.12 PDU

U zařízení datových center vznikají dva trendy: zařízení se zmenšují, ale jejich požadavky na příkon neklesají a vyšší počet menších zařízení znamená celkový nárůst příkonu. Jedná se v podstatě o přechodové místo které se nachází ze strany zálohované energie zásuvkou a ze strany chráněného zařízení vidlicí. Každé kritické zařízení je specifikováno určitou vidlicí o určitém tvaru a proudového zatížení. Způsob spojení se tedy provádí pomocí PDU (v podstatě zásuvka). Vnitrostojanové rozvaděče ePDU poskytují řešení pro oba trendy. Špičková kvalita se odvíjí od efektivní distribuce napájení. S dnešními malými zařízeními se může v jednom stojanu vyskytnout až 40 či více přívodních šňůr. ePDU jsou doplňkem UPS systémů pro distribuci napájení ve stojanech s vysokou hustotou montáže, nebo všude tam, kde je třeba rozvést upravené napájení na mnoho zařízení. Z jednoho napájecího přívodu je možno spravovat a distribuovat napájení na mnoho výstupů. Bývají ukončeny koncovkami anglickými, Schuko, francouzskými a IEC (C13 a C19) typy výstupních zásuvek a přívodními šňůrami podle lokálních předpisů (Anglie, Schuko, ČSN EN 60309), nebo šňůrami bez vidlic pro přímé připojení na výstupní svorkovnice UPS. Rozvaděče ePDU nabízejí pro ochranu zátěžových segmentů, nebo jinými slovy skupin výstupů, individuálně dimenzované jističe. Toto uspořádání zvyšuje celkovou dostupnost napájení, neboť přetížené segmenty neovlivní ostatní. Jističe mají ploché kolébkové spínače, nebo jsou plně kryté, aby se zabránilo nechtěnému vypnutí/zapnutí.

Rozvaděč ePDU splňuje průmyslové normy platné pro bezpečnost IT zařízení. Volitelný úchyt kabelů brání nechtěnému vytažení vidlic přívodních šňůr. Optická indikace disponibilního příkonu a napájených okruhů vás zbavuje starostí o tom, jaký je provozní stav rozvaděče.

## **3 ANALÝZA PROBLÉMU A SOUČASNÁ SITUACE**

### **3.1 Současná situace**

Společnost se rozhodla k výstavbě nového datového centra za účelem zkvalitnění a zlepšení služeb svým klientům. Jelikož se jedná o velkou investici pohybující se řádově několika desítek miliónů korun, je zapotřebí toto datové centrum a zařízení v něm patřičně chránit zejména proti výpadkům elektrické energie a ostatním anomáliím, které se mohou vyskytnout v distribuční rozvodné síti a potažmo zabránit negativním dopadům, finančním ztrátám a ohrožení celé ekonomiky podniku, které mohou být způsobeny těmito anomáliemi a výpadky elektrické energie. Touto ochranu by měly tvořit zařízení, které zajistí nepřerušitelnou dodávku elektrické energie.

Charakteristiky elektrické energie dodávané veřejnou rozvodnou sítí jsou specifikovány normou ČSN EN 50160. Z ní lze zjistit, že např. obecně přijímaná představa o garantované toleranci síťového napětí  $\pm 10\%$  není zcela správná. Ve skutečnosti je takto specifikována pouze průměrná efektivní hodnota napětí během desetiminutového měřeného intervalu, s vyloučením přerušení napájení; navíc platí, že tento požadavek má být splněn alespoň v 95 % všech měřených intervalů v průběhu týdne a v žádném měřeném intervalu nesmí tato průměrná efektivní hodnota klesnout pod 85 % jmenovitého napětí, s výjimkou vzdálených oblastí napájených po dlouhých vedeních. Je tedy zřejmé, že norma připouští i nespecifikovaný počet a časový rozsah krátkodobých poklesů napětí překračujících uvedenou toleranci, popř. i krátkodobých úplných výpadků napětí. (11.)

### **3.2 SWOT analýza aktuálního zabezpečení distribuční sítě**

Tato analýza slouží k určení silných stránek, slabých stránek, příležitostí a hrozeb daného problému, který řeším. Pomocí SWOT analýzy je možné se podrobit detailnímu rozboru a potažmo tak stanovit návrhy možností řešení. Je nutné si uvědomit, že tyto jednotlivé body mají přímý dopad na finanční ztráty a ekonomiku podniku.

Silné stránky:

- technická dostupnost



- možnost realizace v poměrně krátkém čase za předpokladu podpory práce ze strany investora, zákazníka.
- přidaná hodnota pro zákazníka formou konzultací

Slabé stránky:

- momentální nedostatečné zabezpečení
- nedostatečné navrhované řešení
- špatná informovanost o daném problému
- zkrácené informace o daném problému

Příležitosti:

- zdokonalování řešení z chyb
- možnosti variability řešení z poučených chyb

Hrozby:

- ochromení chodu celého datového centra
- finanční ztráty vlivem ztráty a poškození dat
- finanční ztráty vlivem dočasného omezení provozu
- ohrožení ekonomické existence celého podniku
- finanční ztráty vlivem poškození HW.

### **3.3 Technické parametry konkrétních zařízení**

Požadavky investora je navrhnout systém zálohování elektrické energie na nezbytně nutnou dobu. při 100% zátěži. K tomu abychom mohli navrhnout UPS je potřeba sečíst jednotlivé výkony, které jsou uvedeny v tabulce níže. Tabulka obsahuje jednotlivé zařízení umístěné v řadách, které jsou označeny B. První číslice označuje řadu ve které se jednotlivé racky nacházejí a druhá číslice uvádí pořadí racku v řadě. Jelikož je celkový součet odebíraných zařízení příliš vysoký, nemohu zde tedy navrhnout modulární řešení, které by bylo ideální z hlediska zabezpečení datového centra. Modulární UPS jsou totiž kapacitně omezeny jen do několika desítek kVA.

Tab. 1: Hodnoty jednotlivých zařízení

Rack	Koncové zařízení				
řada	název	typ	příkon W	W Celkem	pozn.
<b>R1</b>					
R1-1 až R1-4	stávající technika		10000	10000	
R1-5	Anect LAN/WAN	DL380	1440	9434	
	Anect LAN/WAN	DL381	1440		
	DWDM	ONS15454	280		
	Napájecí zdroj		274		
	Switch WAN 1	Catalyst 6509	6000		
R1-6	Anect LAN/WAN	DL380	550	7654	
	Anect LAN/WAN	DL381	550		
	DWDM	ONS15454	280		
	Napájecí zdroj		274		
	Switch WAN 1	Catalyst 6509	6000		
<b>R2</b>					
R2-1	SAN switch	Brocade 4/32	120	13184	
	management	rx4640	1368		
	mgmt Oksystem	DL360	844		
	mgmt Oksystem	DL360	844		
	RDP	DL360	844		
	mgmtHP	DL360	844		
	konzole	KVM	200		
	aplikační servery	(8 x BL680c)	4060		
	aplikační servery	(8 x BL680c)	4060		
R2-2	Diskové pole	DKC	6400		
R2-3	Diskové pole	DKU	6400		2x3fáze
R2-4	DB server	sx 2000, 6 cell	9500		2x3fáze
R2-5	SAN switch	Brocade 4/32	120	32348	
	management	rx4640	1368		
	knihovna	MSL 6060	440		
	aplikační servery	(8 x BL680c)	4060		
	aplikační servery	(8 x BL680c)	4060		
<b>R3</b>					
R3-1	Anect LAN/WAN	DL380	1440	14880	
	Anect LAN/WAN	DL381	1440		
	Switch WAN 1	Catalyst 6509	6000		
	Switch WAN 1	Catalyst 6509	6000		
R3-2	rezerva			0	
Požadovaný příkon ve W				87500	
požadovaný příkon ve W s rezervou 30%				113750	
požadovaný příkon ve VA				142187,5	

### **3.4 Technické požadavky a kvalitativní ukazatele UPS**

Kromě provozních parametrů a charakteristik volených v součinnosti zákazníka s dodavatelem musí UPS vyhovět i mnoha technickým požadavkům stanoveným právními předpisy. UPS, jako ostatně každý výrobek uváděný na trh, musí být bezpečný, tzn. nesmí ohrožovat zdraví nebo bezpečnost osob, majetek anebo přírodní prostředí. UPS jako elektrotechnický výrobek podléhá technicko-právním předpisům, které stanovují dvě základní skupiny požadavků. Tyto požadavky se považují za splněné, pokud výrobek splňuje všechny odpovídající harmonizované normy ČSN.

Jsou to:

- a) Technické požadavky na elektrická zařízení nízkého napětí, které předepisují zajištění před nebezpečím elektrického, tepelného nebo neelektrického (např. mechanického) charakteru. Pro zdroje nepřerušovaného napájení je požadováno splnění norem, v závislosti na způsobu instalování a provozování.
- b) Technické požadavky na výrobky z hlediska jejich elektromagnetické kompatibility, které předepisují omezení emisí elektromagnetického rušení i odpovídající odolnost proti elektromagnetickým rušivým jevům okolí.

### **3.5 Splnění bezpečnostních požadavků**

Splnění bezpečnostních požadavků je deklarováno výrobcem nebo distributorem povinným vydáním Prohlášení o shodě, u výrobků pocházejících z trhu států Evropské unie i umístěním označení CE na výrobek. V každém případě by si však měl zákazník při výběru UPS ověřit, zda byly při posuzování shody skutečně aplikovány zmíněné normy ČSN.

Pro zvýšení pravděpodobnosti, že si zákazník pořizuje skutečně kvalitní výrobek, je důležité vybrat si výrobce s certifikovaným systémem řízení jakosti výroby. Takový výrobce, který splňuje přísná kritéria soustavy mezinárodních norem řady ISO 9000, získá pro svůj výrobní systém příslušný certifikát a ve svých materiálech ho neopomine uvádět. Pochopitelně by měl zákazník při výběru dát takovým výrobcům přednost.

## 3.6 Kritéria volby UPS

K výběru vhodného UPS pro konkrétní aplikaci je nutné vzít v úvahu zejména tato kritéria:

- výstupní výkon UPS,
- dobu zálohování,
- kvalitu napájecí sítě v místě použití UPS,
- kvalitu výstupního napětí UPS,
- charakter připojené zátěže,
- komunikace s UPS, o kterých podrobněji pojednává další text.

Jedním z kritérií při volbě vhodného typu UPS je také jeho cena. Ta je však velmi těsně spjata s dále diskutovanými technickými požadavky a při konečném rozhodování by měla být sekundární záležitostí.

### 3.6.1 Výstupní výkon zdroje UPS

Je třeba určit, která zařízení je nezbytné z UPS napájet, a podle toho zvolit typ zdroje a jeho jmenovitý výkon. Zde je vhodné uvažovat trochu velkoryseji: z praxe je známo, že většina elektrotechnických zařízení není zatěžována na jmenovitý výkon, ale je zde ponechána určitá rezerva. Rezervu je možné využít jednak v případě, kdy napájené zařízení pracuje (i když krátkodobě) na vyšších než jmenovitých parametrech, a jednak tehdy, kdy během provozování zařízení je toto rozšířeno, a tedy vzroste požadavek na výstupní výkon UPS. V praxi se doporučuje instalovat zdroj UPS o výkonu o 50 až 80 % větším, než je současná známá velikost zátěže.

Požadavku na zvýšený výkon při rozšíření zátěže (instalace nového serveru, nové pracovní stanice pro CAD, rozšíření technologie) velmi dobře vyhovují tzv. modulární UPS. Tyto zdroje jsou konstruovány jako stavebnice z jednotlivých elektronických a bateriových modulů a uživatel si sám může nakonfigurovat požadovaný výkon a dobu zálohování, přičemž počítá s tím, že v případě potřeby další moduly chybějící minuty či voltampéry doplní. Modulární zdroje mají i další výhody, jak bude popsáno dále.

Doba zálohování

Dobou zálohování se rozumí doba chodu UPS napájeného z jeho vlastních baterií (při výpadku distribuční sítě) při jeho jmenovité zátěži. Standardní doba zálohování je obvykle pět až deset minut. Při požadavku na delší dobu zálohování je třeba použít

přídavné baterie a v případě požadavku na velmi dlouhou dobu zálohování je nutné spojit UPS s motorgenerátorem.

Při určování doby zálohování je nutné si počínat zvlášť zodpovědně. Baterie je nejchoulostivější, nejdražší, nejtěžší a také ekologicky nejproblémovější částí UPS. Většina UPS obsahuje sadu baterií pro základní dobu zálohování s možností rozšíření. U zálohovaných zařízení je však téměř vždy možné určit, která zařízení lze korektně odpojit ihned po výpadku sítě, u kterých je nutné před vypnutím uskutečnit určité úkony a která musí pracovat co možná nejdéle. Strukturovaným odpojováním zátěží lze ušetřit nejen kapacitu baterií, ale i prostor a hlavně peníze.

Baterie je prvek s konečnou životností. V UPS se používají výhradně gelové plynotěsné bezúdržbové baterie. Jejich doba života se pohybuje v rozmezí od tří do deseti let, ale již jsou k dispozici baterie i s životností delší (samozřejmě za odpovídající cenu). V průběhu života baterie UPS pravidelně vykonává vnitřní test a včas signalizuje blížící se konec jejího života. Na konci doby života je třeba baterii 1) ekologickým způsobem zlikvidovat.

Extrémně dlouhé doby zálohování lze dosáhnout spojením UPS s motorgenerátorem. Pak je možné zátěže v objektu rozdělit na velmi důležité (napájené z UPS), důležité (napájené z motorgenerátoru, tj. s určitou prodlevou v napájení, nutnou pro spuštění, rozběh a náfázování generátoru na síť) a nedůležité, které nejsou zálohovány vůbec.

### **3.7 Problém úspory elektrické energie**

Největším současným problémem datových center je energetická účinnost. Se zvyšující se výkonností serverů stoupá enormně požadavek na řešení, přinášející úsporu nákladů na spotřebu energie a klimatizací.

Faktem je, že náklady datových center v současné době značně rostou a pro manažery je dnes velmi důležité vytvářet datová centra se „zelenou“ energetickou účinností, šetrná k okolnímu prostředí. Jedná se hlavně o ušetření elektrické energie a potažmo tím finančních prostředků na platbu této energie. Nedostatečná účinnost totiž přeměňuje energii ve ztrátové teplo, které pak odvětráváme nebo klimatizujeme a vzrůstají tak náklady na elektrickou energii jak z pohledu zařízení UPS tak z pohledu nutnosti zvýšení klimatizovaného výkonu. Proto je nutno brát tento problém vážně a zaměřit se

na zařízení, které nám maximálně ušetří poskytnutou energii. Proto je nutné zvolit moderní řešení a technologii.

## **4 VLASTNÍ NÁVRH A IMPLEMENTACE ŘEŠENÍ**

V této části diplomové práce navrhuji vlastní postup zajištění bezpečnosti datového centra v silové infrastruktuře a vyčíslení finančních ztrát, které by vznikly nezajištěním této bezpečnosti. V jednotlivých podkapitolách popisuji jednak konkrétní řešení, jak daný problém vyřešit a tím zabránit obrovským finančním ztrátám. Dále popisuji způsoby možností optimální zvolené technologie a v neposlední řadě dalších konfigurací, které nám umožní ekologičtější a efektivnější fungování celého navrhovaného řešení, čímž ušetříme nemalé finanční prostředky. Využívám zde konkrétně „Metodiku vyčíslení nedodané energie“, na jejímž základě lze vyčíslit ocenění nedodané energie a následně tak můžeme jednoznačně určit konkrétní finanční ztráty za konkrétní časovou jednotku.

### **4.1 Princip návrhu**

Zabezpečení datového centra proti výpadkům elektrické energie a ostatním nepříznivým jevům, které se mohou vyskytovat ve veřejné rozvodné síti, je zapotřebí na základě specifikacích mezinárodní standardů tak, aby byla zajištěna efektivita a bezpečnost jeho provozu. Při návrhu je důležitá identifikace kritérií pro dimenzování hlavních částí celého projektu. Hlavním pilířem návrhu zabezpečení datového centra proti výpadkům elektrické energie a ostatním nepříznivým jevům je hlavně rozšiřitelnost a flexibilita. Toto řešení zahrnuje několik základních principů týkajících se umístění, výběru místa pro samotné umístění UPS zařízení, prostorového rozložení podlahy, návrhu elektrických a mechanických systémů

### **4.2 Návrh UPS a jejich součástí pro spolehlivý provoz**

#### **4.2.1 Návrh koncepce**

Koncepcí návrhu zabezpečení datového centra navrhuji v řešení centrální UPS, což ve výhodné zejména v tomto případě. Centrální UPS bude umožňovat snadnou konfiguraci a doplňování dalších systémů. Centralizované řešení, které zde navrhuji je směřováno jako nejlevnější.

## 4.2.2 Návrh typu UPS

Na základě analýz problémů a dočasné situaci navrhuji připojení mezi rozvodnou distribuční sítí a rackové stojany UPS řady EATON 9390. Tato UPS má schopnost vyřešit všechny problémy s napájením z veřejné elektrorozvodné sítě a dodává čisté nepřerušené napájení všem klíčovým zařízením datového centra. Vysoká účinnost 9390 v online režimu – až 94% - tak sníží náklady na elektrickou energii a prodlouží tak dobu zálohování. Vysoké parametry UPS se tak projeví její nižší provozní teplotou, která snižuje náklady na klimatizaci prostor a prodlouží životnost součástí UPS. To povede ke zvýšení spolehlivosti, dostupnosti a lepším parametrům, Jedná se tedy o UPS která disponuje řadou výkonových parametrů, spolehlivostí a energetickou úsporností.

Je jednou z nejmodernějších UPS technologického provedení ochrany třífázového napájení. v důsledku své vynikající energetické účinnosti a 50-70% snížení hmotnosti ve srovnání s konkurenčními produkty. Testování UPS je méně energeticky náročné, než u předchozích modelů. UPS 9390 má ve svém arzenálu účinnější systém dvojitě konverze než mají klasické produkty, u nichž dvojitá konverze napájení probíhá nepřetržitě. Jelikož je stále pocíťován nepřetržitě rostoucí tlak na zvýšení dostupnosti systémů a větší tlak a dosažení nulové doby výpadku, je tato UPS vhodným produktem pro zabezpečení tohoto datového centra a výše zmíněného zařízení, které bude uvedeno uvnitř.

UPS EATON 9390, s výkonovým rozsahem 60 – 160 kVA je vhodný k navržení datových center obecně. Poskytuje nepřekonatelnou „zelenou“ hodnotu energetické účinnosti, která je vyšší než 94%, což snižuje náklady na elektrickou energii a prodlužuje dobu zálohování. Zvýšená energetická účinnost se rovněž projevuje nižší produkcí ztrátového tepla, která na druhé straně snižuje náklady na klimatizaci prostor, prodlužuje životnost součástí UPS a zvyšuje celkovou spolehlivost, dostupnost a technické parametry.

U této UPS je používána IGBT technologie usměrňovačů bez transformátoru. Takové řešení vyniká především vysokou energetickou účinností spolu s nízkou tvorbou ztrátového tepla.



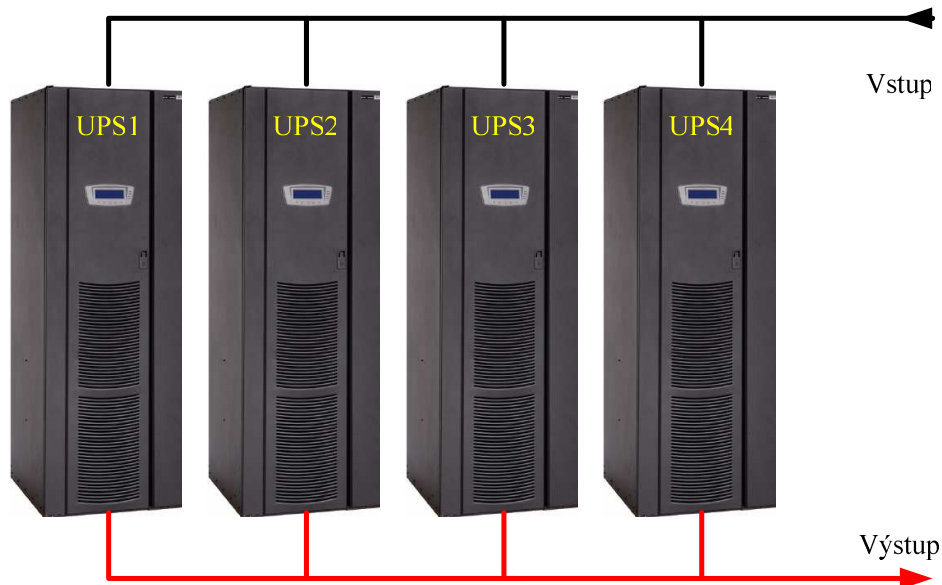
### 4.3 Návrh konkrétní velikosti a počtu UPS

Na základě seznamů a hodnot uvedených v tabulce 1 navrhuji implementaci 4ks UPS EATON 9390-60-UHS-4X1. Bude se jednat o zapojení 4ks UPS to tzv. Hot Sync což je zapojení 3ks UPS do kapacitního režimu a 1ks UPS bude sloužit jako záložní v případě poruchy nějaké UPS z celého systému. Celý systém UPS se tedy bude skládat z UPS 1, UPS 2, UPS 3, UPS 4.

Hot Sync® je řešením absolutní spolehlivosti je patentovaná technologii paralelního sdílení zátěže. Technologie garantuje maximální dostupnost systému tím, že eliminuje existenci nejslabšího článku napájecího řetězce, který je vlastní tradičním systémům paralelního řazení UPS na principu master-slave. Hot Sync je založena na paralelní konfiguraci, při které dvě, nebo více jednotek sdílí tutéž zátěž. Pokud dojde k poruše jedné jednotky, zbylé jednotky převezmou její podíl zátěže, dojde k izolaci porušené jednotky a napájení elektrickým proudem bez přerušování pokračuje. Hot Sync je jedinečnou technologií v tom smyslu, že umožňuje, aby UPS jednotky pracovaly zcela nezávisle. Systémy vybavené Hot Sync jsou schopny paralelního řazení jak pro potřeby redundance, tak kapacity. na systémové úrovni ke sfázování výstupu.

Pro paralelní činnost a dosažení vyváženého sdílení zátěže musí být výstupy UPS modulů dokonale přesně sfázované. Jakýkoli fázový rozdíl způsobí napěťový rozdíl mezi moduly. Proto je fázová synchronizace tak důležitá.

Hot Sync je patentovaný vestavěný digitální signálový procesor (DSP), který nepřetržitě monitoruje výstupy výkonového modulu UPS a synchronizuje je, bez vzájemné závislosti. „Hot Sync zcela odstraňuje společný nejslabší článek (single point of failure), jehož porucha by způsobila zhroucení celého systému, protože UPS moduly pracují paralelně bez vzájemné komunikace. To zaručuje z hlediska zátěže maximální spolehlivost. Na následujícím obrázku je znázorněno obecné zapojení těchto UPS jednotek.



Obr. 12 : Obecné zapojení UPS jednotek

#### 4.3.1 Návrh aktivace ESS (účinnost až 99%)

Na základě minimalizace nákladů na úsporu elektrické energie navrhuji aktivaci režimu ESS kterou navržená UPS poskytuje. Jedná se technologii ESS neboli Energy Saver System. Tato technologie umožňuje, aby bezpečně propojila napájení z elektrorozvodné sítě přímo na zátěž, pokud je toto napájení v přijatelných napěťových a kmitočtových mezích. Pokud dojde k překročení těchto mezí a v důsledku toho ke snížení kvality napájení, přepne UPS bez přerušení do režimu dvojitě konverze, nebo do režimu zálohování. Tato technologie dovoluje, aby účinnost UPS dosáhla neuvěřitelných 99%.

„Zvýšení účinnosti dosahované v režimu Energy Saver System je pozoruhodné: při menším zatížení se účinnost zlepšuje až o 15% a při horní hranici výkonu až o 5%. To přináší podstatné úspory nákladů na elektrickou energii Technologie ESS umožňuje, aby UPS přepínala mezi třemi konfigurovatelnými provozními režimy. Ve standardním režimu s dvojitou konverzí funguje UPS normálně a napájí zátěž přes výkonové konvertory. V režimu ESS jsou výkonové konvertory odstaveny a elektronický přepínač bypassu přivádí napájení z elektrorozvodné sítě přímo na zátěž. Pokud dojde ke ztrátě napájení z elektrorozvodné sítě, nebo její parametry vybočí ze stanovených mezí, DC řetěz uvnitř UPS, který je udržován v aktivním režimu je hladce, za méně než 2ms, přepnut do režimu dvojitě konverze. Třetí režim činnosti UPS je režim vysoké pohotovosti, při kterém UPS přepne na dobu jedné hodiny z režimu ESS

na režim dvojité konverze. Během této doby je nepřetržitě kontrolována kvalita napájení. Pokud je povel k přepnutí do režimu vysoké pohotovosti po dobu tohoto režimu přijat opakovaně, např. během bouřky, resetuje se hodinový časovač. V režimu ESS, je UPS rovněž schopna detekovat, zda k chybě na výstupu došlo vlivem zdroje, či zátěže. Chyba na zdroji bypassu způsobí okamžité přepnutí na inverter. Při chybě na zátěži zůstává UPS v režimu ESS.

#### **4.3.2 Navržení aktivace optimalizace účinnosti dvojí konverze**

Pro další úsporu elektrické energie v případě momentálního nevyužití plné kapacity UPS systému navrhuji aktivovat technologii ACS neboli Adaptive Capacity System. Při zatížení nižším, než 40% plného výkonu účinnost UPS klesá, čímž se zvyšuje celková energetická spotřeba systému. Řešením je technologie Adaptive Capacity System (ACS), která umožňuje dosáhnout vyšší účinnosti UPS pro menší zatížení. S funkcí ACS, může UPS rozhodnout, který z jejích modulů UPM (Uninterruptible Power Module) bude v klidovém režimu. Tímto způsobem mohou zbývající výkonové moduly napájet zátěž s vyšší účinností. Když zatížení opět stoupne a je třeba více výkonových modulů, systém je okamžitě na zátěž připojí – za méně, než 2ms. Funkce ACS též dovoluje konfigurovat UPS systém tak, že je např. jeden modul vždy připraven jako redundantní. Technologie ACS je na trhu větších systémů něco zcela nového. Zlepšení celkové účinnosti dvojité konverze při nižším zatížení o několik procent tak bude dokonale vyhovovat dnešním požadavkům na energetickou efektivnost a potažmo tak minimalizaci nákladů na elektrickou energii spotřebovanou vlastní UPS. ACS funguje tak, že pokud je výkonový modul v klidovém režimu, zastaví klíčování buzení invertoru a usměrňovače, ale nadále udržuje DC řetězec aktivní. V případě nárůstu zátěže technologie umožňuje okamžitý návrat do aktivního režimu dvojité konverze. “ACS je zvláště výhodná v situacích, kdy zatížení ještě nedosahuje maximální úrovně, např. v situaci, kdy systém ještě není plně začleněn.

#### 4.4 Návrh baterií UPS

Jako dostačující čas pro pokrytí výpadku elektrické energie na dobu nezbytně nutnou navrhují 30min při 100% zátěži s tím, že pokud zatížení UPS systému bude menší, tak doba zálohy se bude prodlužovat.

Na základě níže uvedené tabulky od výrobce navrhují instalaci jedné bateriové skříně Eaton 9390-BAT10-330 (400A) (CSB HRL 12330W) ke každé UPS. Tedy celkem 4ks které poslouží jako dokonalý zásobník energie pro potřebné napájení koncových zařízení. V každé bateriové skříně je obsaženo 40ks 12V baterií o výkonu 330W na článek což odpovídá kapacitě 80Ah na jednu baterii. Jednotlivé Bateriové skříně budou označeny jako BAT 1, BAT 2, BAT 3, BAT 4.

Tab. 2: Tabulka runtime

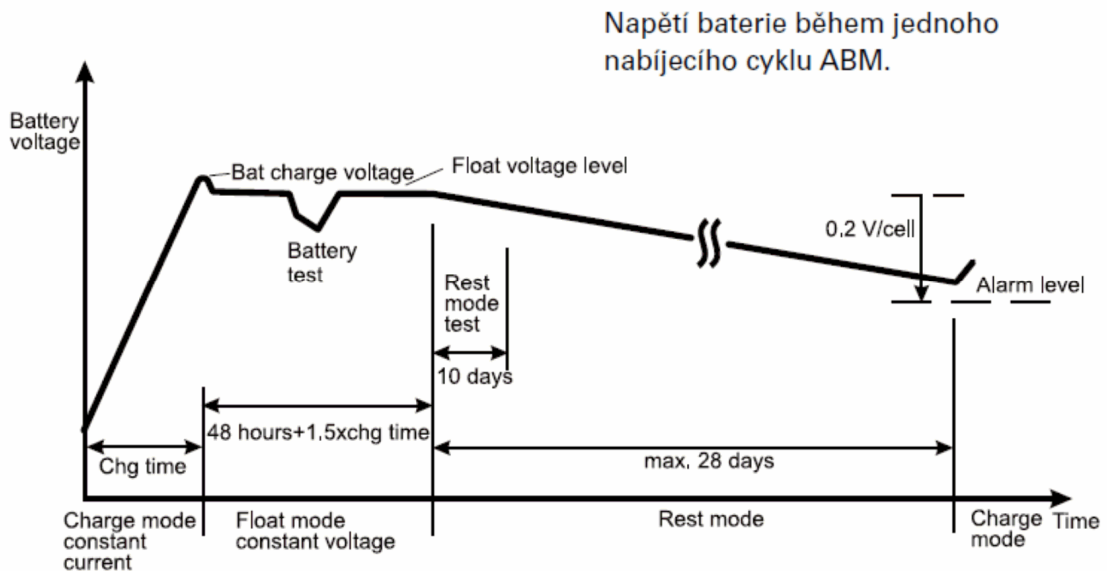
	40 kVA	60 kVA	80 kVA	100 kVA	120 kVA	160 kVA
9390 + 1*BAT(12-330)	47	<b>30</b>	20	13	10	6
9390 + 2*BAT(12-330)	116	72	50	36	30	20
9390 + 3*BAT(12-330)	163	105	84	60	48	35



Obr. 13 : Bateriová skříň k UPS

#### 4.4.1 Návrh režimu dobíjení baterií.

Navrhuji na nastavení ABM režimu dobíjení akumulátorů, neboť tato technologie prodlužuje životnost akumulátorů až o 50%. Eaton technologie ABM® (advanced battery management) prodlužuje celkovou životnost baterií optimalizací intervalů dobíjení, takže jsou baterie dobíjeny pouze tehdy, je-li to třeba. ABM nejprve baterie plně nabije a poté je nechá po zbytek času v klidovém režimu. Během této doby klidu je neustále monitorován stav baterie a úroveň jejího nabití. Poté je v určených intervalech zapínán nabíjecí proud. Navíc technologie ABM podává, v předstihu až 60 dnů, hlášení o blížícím se ukončení efektivní doby života baterie. To vytváří dostatečnou rezervu pro organizaci výměny baterie. ABM rovněž vykonává automatické a periodické vnitřní testy obvodů baterie.

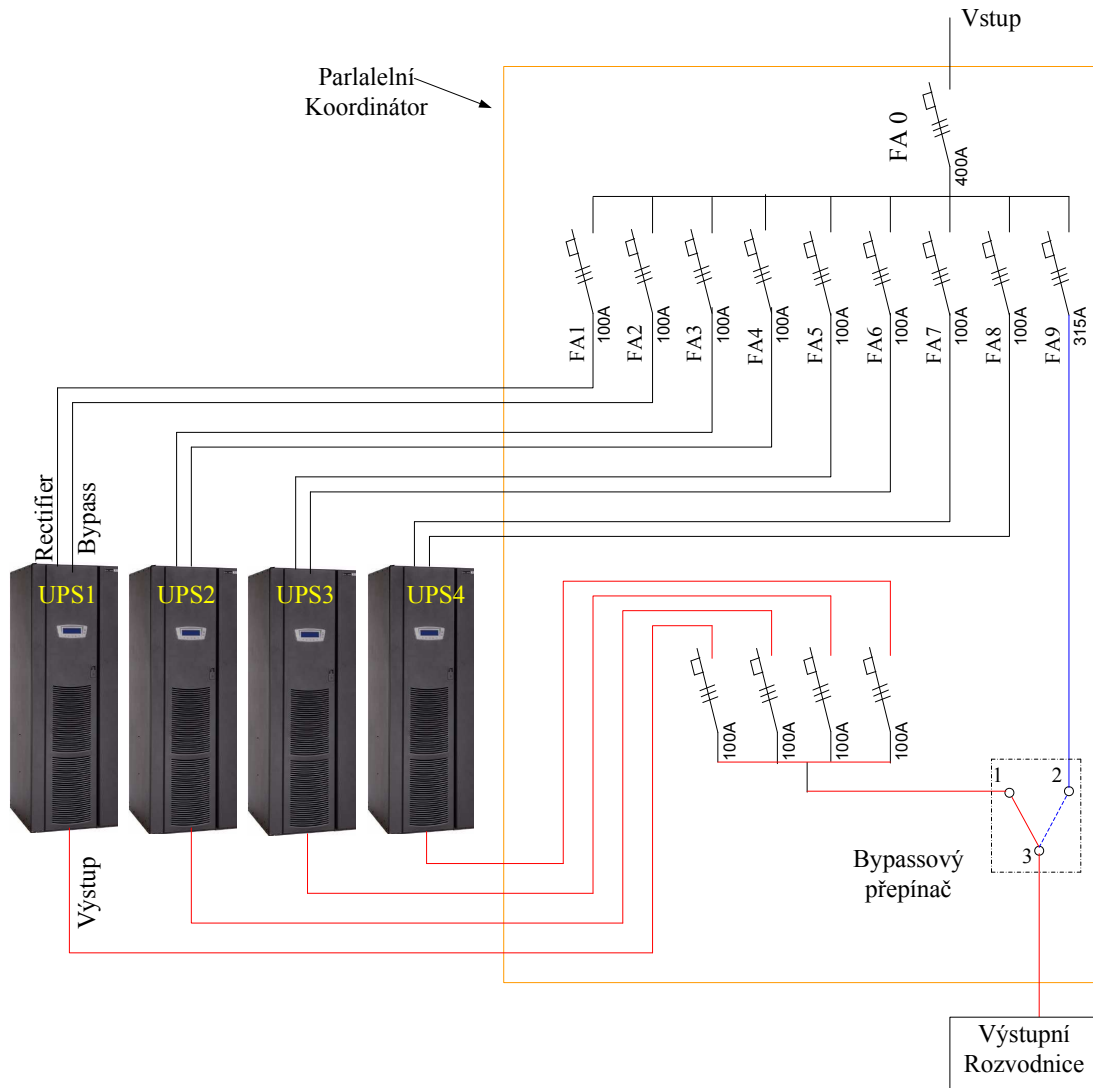


Obr. 14 : Princip technologie ABM

#### 4.5 Návrh paralelního koordinátoru

Na základě výše uvedeného systému UPS navrhuji zapojení paralelního koordinátoru, který bude plnit obtokovou funkci čili zajištění externího bypassu. Bypass poslouží jako pomocný přepínač v případě údržby nebo potřeby překlenutí celého systému v případě potřeby (odstávky, složitějších oprav na vedení apod.) Bypass musí být navržen tak, aby snesl zatížení celého UPS systému. Dále navrhuji aby další částí paralelního koordinátoru tvořili jistící prvky, které nám zajistí bezpečné odepnutí určité části UPS

systemu v případě zkratu nebo jiné poruchy. Každou UPS navrhuji jistit dvěma vstupními jistícími prvky a to z důvodů odděleného jištění elektroniky a oddělného jištění interního obtoku UPS kterým je vybavena.



Obr. 15 : Návrh zapojení paralelního koordinátoru

## 4.6 Návrh vystrojení Rackových stojanů

Pro lepší manipulovatelnost, přehlednost a spolehlivost doporučuji vybavení rackových stojanů tzv. ePDU (power distribution unit) a to tak, aby jednotlivé ePDU byla dimenzována podle spotřeby jednotlivých koncových zařízení. Tyto ePDU navrhuji s předinstalovanými montážními úchyty, se kterými bude jednotka ePDU připravena k okamžité instalaci do stojanu, aniž by to vyžadovalo další montážní součástky nebo příslušenství. Tyto ePDU umožňuje použít i velké přívodní vidlice, které jsou volitelně k dispozici pro zapsuštěný způsobu montáže.

Dále navrhuji, aby tato ePDU disponovali těmito vlastnostmi:

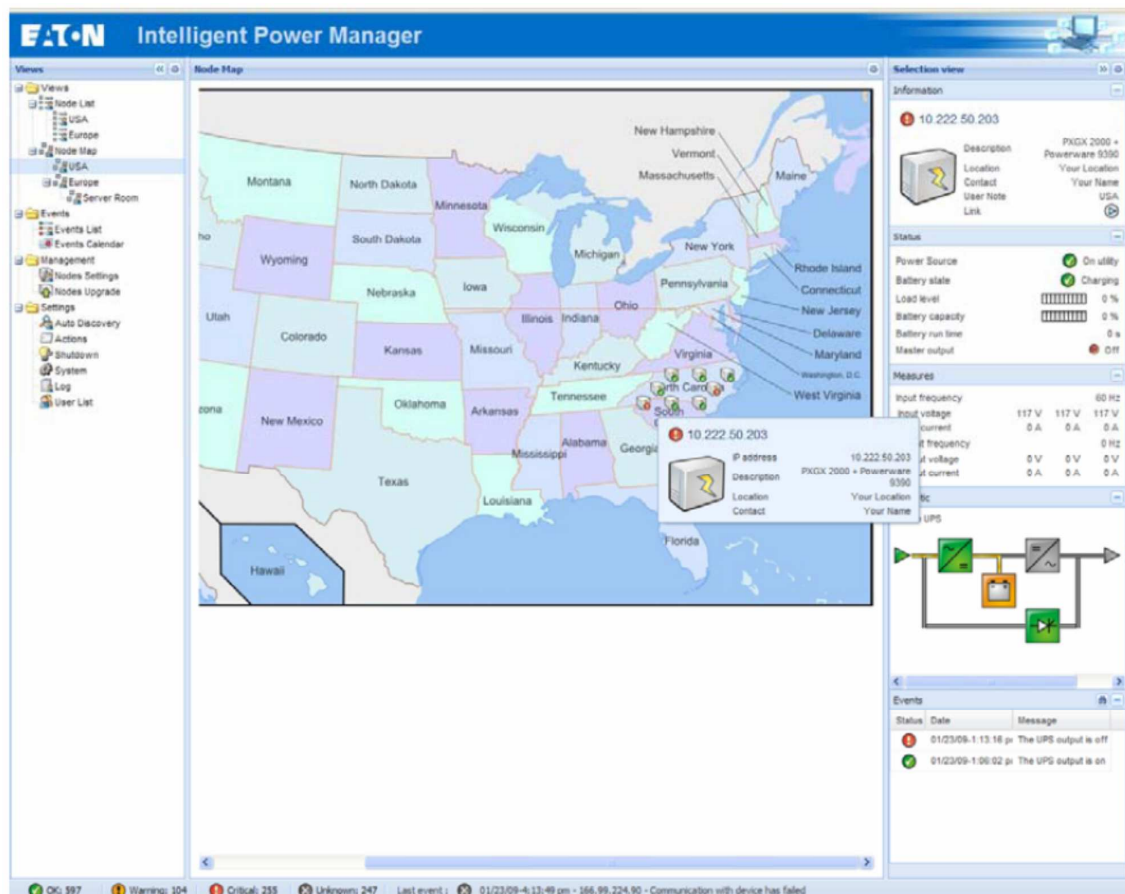
- Monitorování jednotlivých zásuvek pro potřeby ovlivňování hospodárnosti datového centra na úrovni serverů.
- Dálkové zapínání a vypínání jednotlivých zásuvek pro potřeby dálkového restartu serverů.
- Vytváření virtuálních skupin zásuvek pro potřeby dálkového restartu serverů s více napájecími přívody.
- Uživatelsky definované časové posloupnosti jednotlivých zásuvek umožňují řízení dálkových restartů.
- Přesné vyvážení proudového zatížení a jeho monitorování po síti s protokolem Ethernet.
- Aby pomocí SNMP protokolu síťové správy dovoloval monitorovat více rozvaděčů ePDU v síti.
- Zásuvky s vysokou kvalitou provedení zajišťující maximální spolehlivost.
- Elektricky izolovaná montáž rozšiřující možnosti uzemnění stojanu.

## 4.7 Návrh komunikace a dohledu UPS systému

### 4.7.1 Monitoring celkového UPS systému

Navrhuji instalaci monitorovacího systému Software Intelligent Power Manager což je nástroj pro monitorování a správu UPS a ePDU připojených na datovou síť. Tento prostředek na bázi Web 2.0 tak bude kontrolovat softwarové agenty pro odstavení, spuštění na vzdálených serverech. Software podporuje UPS systémy, ePDU s monitorováním a ovládáním.

Intelligent Power Manager je vhodný právě pro rozsáhlé systémy, protože je schopen monitorovat stovky zařízení. Jeho intuitivní nástroje jsou při správě složitých napájecích řetězců neocenitelné. Protože software je schopen kontrolovat i zařízení konkurenčních výrobců může jej instituce používat jako jediný prostředek pro správu všech svých UPS a ePDU systémů.



Country Map view

Obr. 16 : Zobrazení Inteligent Power Managementu



Snadné používání s intuitivním rozhraním Instalace Intelligent Power Manager je velmi usnadněna funkcí plug-and-play. Jakmile je software spuštěn automaticky provede identifikaci všech připojených kontrolovatelných napájecích zařízení a je v několika sekundách provozuschopný. Software má konfigurovatelné uživatelské rozhraní, které v jediném okně poskytuje přehled všech hlavních provozních parametrů UPS. Uživatelé mohou zobrazení modifikovat tak, aby vyhovovalo jejich potřebám.

Zařízení lze též rozdělit do tříd podle parametrů, jako jsou popis stavu, typ zařízení a poloha. Protože software má hyperlinkové odkazy na každé jednotlivé webové rozhraní kontrolovaného zařízení, není již třeba do programu zadávat konkrétní informace o tomto zařízení.

Pro snadnější rozpoznatelnost a pro usnadnění lokalizace jednotlivých systémů lze jejich individuální ikony rozmístit na pozadí, které si definuje sám uživatel, např. na mapě, nebo na plánu podlaží. Veškeré události a činnosti se ukládají do záznamníku, což velmi usnadňuje a zjednodušuje odstraňování problémů. Intelligent Power Manager též centralizuje správu poplachových hlášení. Několik alarmů lze spojit do jediné zprávy a doručit ji jako e-mail, či SMS. Budoucí platforma pro monitorování napájecích systémů Intelligent Power Manager je kompatibilní s kteroukoli UPS a ePDU Eaton, které jsou vybaveny rozhraním datové sítě. Vybavení úplně novou sadou funkcí předurčuje software Intelligent Power Manager jako budoucí platformu pro monitorování a správu napájecích systémů.

#### **4.7.2 Návrh monitorování vlhkosti a teploty prostředí TC**

Navrhují monitorování prostředí datového centra pomocí sondy EMP nebo –li (Environmental Monitoring Probe - EMP). Toto umožňuje, aby byla monitorována okolní teplota a vlhkost ve spolupráci se síťovým adaptérem ConnectUPS Web/SNMP. Tato sonda je vybavena pomocnými kontakty, které se dají využít k signalizaci ostatních stavů. Příkladem může být připojení k detektoru kouře nebo senzor stavu otevřených dveří. Veškeré zobrazovací informace této sondy pak budou zobrazovány přes webové rozhraní .

Funkční vlastnosti a výhody:

- Monitoruje teplotu, vlhkost a stav dvou kontaktů/senzorů

- Pracuje v jakémkoli UPS vybaveném síťovým adaptérem ConnectUPS Web/SNMP
- Sonda může být umístěna ve vzdálenosti až 20m od UPS
- Měří okolní teplotu v rozsahu -20 °C až 80 °C
- Měří relativní vlhkost v rozsahu 10-90%
- Stav je zobrazen na webové stránce nebo na systému pro správu sítě
- Uživatel může zadat limitní hodnoty teploty, vlhkosti a stavů kontaktů
- Umožňuje regulární odstavení příslušných zařízení
- Automaticky signalizuje e-mailem alarmy
- Vysílá SNMP protokolem signály do systému správy sítě



**Obr. 17 : ConnectUPS Web/SNMP a EMP sonda monitorovacího prostředí**

### 4.7.3 Návrh zajištění servisní dostupnosti k UPS

Navrhují zabezpečení záručního a pozáručního servisu UPS systému včetně baterií a ostatních příslušenství. Jelikož je UPS jen technické zařízení je zapotřebí ho čas od času zkontrolovat, vyčistit, seřídít, a ostatní věci související se servisem UPS. Nutno podotknout, že mezi hlavní požadavky této prohlídky patří zejména zátěžový test, baterií, pomocí kterého tak můžeme diagnostikovat aktuální stav životnosti akumulátorů umístěné uvnitř bateriové skříně příslušné UPS. Pomocí této diagnostiky tak můžeme přejít mnoha poruchám a nechtěným incidentům, neboť 50% možných závad na UPS jsou způsobeny vadnými akumulátory.

Servis UPS bude zahrnovat:

- Pravidelnou údržbu a kontrolu zařízení
- Vizuální a mechanickou kontrolu
- Kontrolu nastavení parametrů
- Případné opětovné proškolení obsluhy
- Vyčištění UPS systému
- Test interního a externího bypassu
- Test z provozu baterií
- Test životnosti a kapacity baterií
- Kontrola kondenzátorů, ventilátorů, případně jejich výměnu.
- Kontrola elektronických součástí systémů UPS
- Kontrolu monitorovacího a shutdownovacího SW
- Aktualizace firmware UPS

#### **4.8 Postup možných kroků realizace**

- Návrh koncepčního řešení
- Výkonová bilance / výběr komponentů
- Technická podpora
- Vypracování projektové dokumentace
- Koordinace realizace
- Dodávka
- Instalace
- Revize a testy
- Zkušební provoz
- Zaškolení
- Servis

## 4.9 Ekonomické vyhodnocení a přínos návrhů řešení

Tato část je zaměřena na vyčíslení ušetřených finančních prostředků díky návrhu řešení. Zabývám se zde vyčíslením především konkrétními peněžními částkami a to jak ze strany celkového konkrétního řešení návrhu, tak ze strany dalších dílčích možných návrhů týkajících se zejména nastavení UPS systému tak, aby byly minimalizovány finanční náklady. Tyto způsoby se týkají zejména metody, jak snížit náklady na elektrickou energii a potažmo tak prodloužit dobu zálohování, z čehož získáme lepší koeficient typu cena/výkon.

### 4.9.1 Náklady investice

Jelikož si každá úspora žádá své investice, v tabulce níže uvádím potřebné finanční prostředky k realizaci implementace zajištění datového centra proti výpadku elektrické energie a ostatním anomáliím, které se v této síti vyskytují.

Tab. 3: Cenová kalkulace UPS systému

Kalkulace investice			
Název	Cena /ks	ks	Cena celkem
Eaton 9390-60-UHS-4X1	290 000 Kč	4	1 160 000 Kč
Eaton 9390-BAT10-330 (400A)	270 000 Kč	4	1 080 000 Kč
Externí bypass	150 000 Kč	1	150 000 Kč
Instalační materiál	100 000 Kč	1	100 000 Kč
Instalační práce	100 000 Kč	1	100 000 Kč
<b>Cena celkem</b>			<b>2 590 000 Kč</b>

### 4.9.2 Vyčíslení nedodané energie

Základním kamenem vyčíslení je výpočet nedodané elektrické energie. Při neplánovaném výpadku elektrické energie, případně jiné podobné situaci v elektrické síti, může dojít k tomu, že není možné dodat elektrickou energii ke koncovým zařízením. Toto množství energie se označuje jako nedodaná energie (energy not supplied). Charakteristické průběhy zatížení se získají na základě měření přímo v místnostech odběrů. Do takových výpočtů je nutné zahrnout i případy, kdy dojde pouze k mikrovýpadkům dodávané energie, protože i pouhý mikrovýpadek elektrické energie může pro citlivé zařízení mít katastrofální následky. Již interval výpadku

elektrické energie 20ms a více zapříčiní nekorektní vypnutí serverů a ostatních zařízení, což může způsobit nejen ochromení provozu ale i ztrátu drahocenných dat nebo poškození HW. Nejde jen o konkrétní dobu výpadku elektrické energie ale o dobu po kterou daná koncová zařízení opětovně najíždí a znovu se oživují (nutno podotknout že jedna vteřina výpadku může zapříčinit ochromení datového centra i na několik desítek minut).

### **4.9.3 Ocenění nedodané energie**

Náklady na výpadek elektrické energie jsou udávány ve finančních částkách, zatímco změnu spolehlivosti udávají spolehlivostní ukazatele (např. četnost výpadků a dobu trvání výpadku). Aby mohlo dojít ke vzájemnému porovnání musíme převést spolehlivostní ukazatele na veličiny vyjádřené v peněžních jednotkách. Převod lze provést na základě výpočtu a ocenění nedodané elektrické energie

V tomto případě je vyčíslení nákladů na výpadek elektrické energie na základě propočtů a analýz instituce.

### **4.9.4 Stanovení přesné ceny jedné minuty výpadku elektrické energie**

Na základě propočtů instituce je oceněna jedna minuta výpadku elektrické energie na 10 mil. Kč. Toto číslo je ověřeno avšak nepodloženo neboť ostatní podrobnosti jsou v rámci bezpečnosti utajené.

### **4.9.5 Výpočet spolehlivosti dodávky elektrické energie.**

Na základě měření v dané lokalitě a provedení výpočtů firmy KLM byly poskytnuty následující údaje:

#### **4.9.5.1 Doba nedodané elektrické energie:**

Celková doba nedodané elektrické energie za rok:	17 min.
Počet výpadků za rok (v intervalu 20ms. – 1s.)	3
Počet výpadků za rok (v intervalu 1s. -1min. )	2
Počet výpadků za rok (v intervalu 1min. a více.)	1

*Znamená to tedy že při nezabezpečení datového centra by došlo 6 x ke zkolabování celého systému za jeden rok. Průměrně bychom každý šedesátý den řešili kolaps datového centra.*

#### **4.9.5.2 Spolehlivost rozvodné sítě v dané oblasti:**

Na základě výše uvedeného měření vypočteme spolehlivost rozvodné sítě v dané oblasti podle vzorce:

$$k = \frac{(t_0 - t_z)}{(t_0)} \cdot 100$$

**Rovnice 1: Výpočet spolehlivosti**

Kde:

$t_0$  - počet vteřin za jeden rok

$t_z$  - počet vteřin nedodané energie za 1 rok

Dosazením do vzorce získáme následující údaje

$$k = \frac{(31536000 - 1020)}{(31536000)} \cdot 100 = \underline{\underline{99.9967656\%}}$$

#### **Interpretace:**

Spolehlivost distribuční rozvodné sítě v dané oblasti je 99.9967 %.

#### **4.9.6 Vyčíslení celkových škod za rok v případě nezabezpečení DC**

V této kapitole popisují vyčíslení celkových škod v případě nezabezpečení DC proti výpadkům elektrické energie a ostatním nepříznivým vlivům.

#### 4.9.6.1 Vyčíslení možných škod vlivem ochromení datového centra

Na základě propočtů bylo zjištěno, že při jednom výpadku elektrické energie trvá celému systému asi 15min. než nabootují všechny servery, a dojde tak k obnovení plné provozuschopnosti datového centra. Nutno tedy usoudit, že jeden výpadek elektrické energie trvající více, jak 20 milisekund zapříčiní ochromení celého chodu na dobu 15 min + skutečnou dobu výpadku.

Celková možná doba ochromení DC:

Tab. 4: Naměřené výpadky elektrické energie za rok 2009

	<b>datum výpadku</b>	<b>doba výpadku</b>	<b>boot v min.</b>	<b>celkem min.</b>	<b>finanční ztráty</b>
1.	7.2.2009	169 ms	15	15	150 000 000 Kč
2.	13.6.2009	871 ms	15	15	150 000 000 Kč
3.	14.7.2009	3,487 s	15	15	150 000 000 Kč
4.	14.7.2009	16,86 min.	15	32	320 000 000 Kč
5.	1.8.2009	197 ms	15	15	150 000 000 Kč
6.	17.8.2009	1,487 s	15	15	150 000 000 Kč
<b>Ztráty celkem za rok</b>					<b>1 070 000 000 Kč</b>

#### Interpretace:

Zabezpečením datového centra proti výpadkům elektrické energie ušetříme 1,07 mld. Kč za rok 2009 díky zajištění nepřerušného chodu zařízení

#### 4.9.6.2 Vyčíslení možných škod vlivem ztráty dat

Tak jako v každé firmě či instituci, tak i zde platí, že data jsou nejcennější informace, bez kterých jen těžko nějaká organizace fungovala. Bez dat jsme v podstatě ztraceni. Význam těchto dat pro firmu si v dnešní době uvědomuje asi každý, při jejichž ztrátě organizace nemůže obchodovat a poskytovat služby.

Na tuhle kapitolu je obtížné stanovit konkrétní čísla, protože zde nemám přesné informace o formě plánovaných záloh a ceně dat, jelikož je to duševní vlastnictví instituce, které mi bohužel nebyly poskytnuty. Nutno podotknout, že ztráta dat způsobuje nemalé finanční ztráty, které mohou převyšovat několik desítek miliónů korun a podstatně tak ovlivnit ekonomiku instituce. Podle odhadů a statistik dovolují

předikovat že ztráta některých dat této instituce zapříčiněná výpadkem elektrické energie může dosáhnout částky až stovek milionů Kč.

#### 4.9.6.3 Vyčíslení škod vlivem porušení HW

Při každém nekorektním vypnutí serverů a každém nesprávném vypnutí diskových polí a knihoven může dojít k poškození HW. U pevných disků zejména klepnutí hlaviček o magnetické médium u knihoven poškození magnetických pásků. Jelikož mají tyto koncová zařízení také hodnotu, v případě porušení jsou nemalé finanční částky na opravu či výměnu těchto částí ale také potažmo obnovení dat na těchto mediích. Jelikož není možné přesně předikovat konkrétní poškození na konkrétní výpadek nemohu zde určit přesná a podložená čísla ale pouze částku založenou na odhadu za praxe.

Celková cena koncových zařízení kterých má být chráněno přes UPS je 67 mil. Kč.

Z hlediska praxe a zkušeností odhaduji, že jeden výpadek napájení nebo anomálie která vznikla ve veřejné distribuční síti může instituci přijít na 1 mil. Kč . V této škodě je započítáno jak ocenění poškozených částí, tak cena práce lidí, kteří se podílejí na opravách a obnově funkčnosti koncových zařízení. Jelikož bylo naměřeno 9 výpadků za rok, budeme předpokládat, že dojde tomuto poškození každý třetí výpadek elektrické energie. Celková cena škod by tedy činila 3 mil. Kč za 1 rok.

#### 4.9.6.4 Úspory z navrhované technologie řešení.

Jelikož je záložní zdroj napájení UPS také jen elektronické zařízení a jeho jádro tvoří elektronické součástky a typy obvodů, je zapotřebí klást také důraz na vlastní spotřebu elektrické energie, kde je určitá část spotřebována na napájení jednotlivých elektronických součástek a výkonových prvků, zajišťujících přeměnu energie. Musíme se tedy zaměřit na účinnost  $\eta$  záložního zdroje UPS – tedy poměr výkonu k poměru příkonu.

**Značka:**  $\eta$

**Základní jednotka:** bez jednotky, příp. %

**Výpočet:**



$$\eta = \frac{P'}{P},$$

Rovnice 2: Výpočet účinnosti

kde P' je výkon, P je příkon.

Je tedy důležité zaměřit se na hodnotu účinnosti dané UPS. Pokud je zvolená špatná technologie a značka UPS je zřejmé, že provoz tohoto zařízení bude nákladnější než pořízení novější varianty UPS.

Tab. 5: Výpočet rozdílu spotřeby volené varianty a klasické UPS

Název	EATON UPS	v Kč	jiná UPS	v Kč
Výkon v kVA	60		60	
Výkon v kW	54		54	
účinnost	94%		90-92%	
Ztráty účinnosti v %	6%		9%	
Ztráty účinnosti v kW	3,24	15,07 Kč	4,86	22,60 Kč
<b>Celkem za hodinu</b>		<b>15,07 Kč</b>		<b>22,60 Kč</b>
Cena 1kW = 4,65 Kč				
rozdíl placení / hod			7,5 Kč	
rozdíl u 4 UPS / hod			30 Kč	
rozdíl u 4 UPS / den			723 Kč	
rozdíl u 4 UPS / měsíc			21 695 Kč	
rozdíl u 4 UPS / rok			260 340 Kč	
<b>rozdíl za 10 let</b>			<b>2,6 mil. Kč</b>	

### Interpretace:

Zvolením vhodné technologie UPS ušetříme asi 2,6 mil. Kč v případě konstantní ceny elektrické energie za 4,65-Kč/1kWh. Tento rozdíl úspory elektrické energie se rovná pořizovacím nákladům celého UPS systému.

#### 4.9.6.5 Úspory z navrhovaného módu ESS

Tab. 6: Výpočet rozdílu spotřeby normálního režimu a ESS režimu

Název	EATON UPS (ESS)	v Kč	EATON UPS	v Kč
Výkon v kVA	60		60	
Výkon v kW	54		54	
účinnost	99%		94%	
Ztráty účinnosti v %	1%		6%	
Ztráty účinnosti v kW	0,54	2,51 Kč	3,24	15,07 Kč
<b>Celkem za hodinu</b>		<b>2,51 Kč</b>		<b>15,07 Kč</b>
Cena 1kW =		4,65 Kč		
rozdíl placení / hod	12,56 Kč			
rozdíl u 4 UPS / hod	50,22 Kč			
rozdíl u 4 UPS / den	1 205 Kč			
rozdíl u 4 UPS / měsíc	36 158 Kč			
rozdíl u 4 UPS / rok	433 901 Kč			
<b>rozdíl za 10 let</b>	<b>4,34 mil. Kč</b>			

#### Interpretace:

Zvolením režimu ESS jsme schopni ušetřit až 4,34 mil. Kč pomocí úspory elektrické energie v případě konstantní ceny elektrické energie za 4,65-Kč/1kWh.

## 5 ZÁVĚR

Ve své diplomové práci jsem v jednotlivých kapitolách splnil cíle, které jsem si předem určil. Pro vlastní návrh řešení je nutné čerpat z určité znalostní databáze dané problematiky, v tomto případě ze znalostí o záložních zdrojích napájení UPS a způsobu použití těchto zařízení druhů, typů, novinek a ostatních kategorií. Protože se každý typ UPS používá individuálně většinou přímo šitý na míru každého zákazníka je nutné věnovat daným požadavkům náležitou pozornost. Tato problematika je popsána v kapitole teoretických východisek. V kapitole analýza problému a současná situace se zaměřuji na konkrétní analýzu a požadavky zákazníka a to tak, aby bylo zajištěno navržení vhodných technologií a jejich uspořádání. Samotná kapitola vlastního návrhu řešení je věnována konkrétnímu návrhu, konkrétní technologie, konkrétního zařízení a konkrétního příslušenství, kdy celý systém navrženého řešení bude zaručovat bezpečnost proti všem nepříznivým vlivům uvedeným v kapitole 2.4. Díky tomu, že je sestava navržena tak, že každý zdroj napájení UPS 1 až UPS 4 jsou schopny pracovat i samostatně. Je zabezpečena maximální bezpečnost. V případě že jeden ze čtyř zdrojů napájení UPS selže, další automaticky převezme celou funkci porouchaného. Takže v i v případě závady jednoho záložního zdroje UPS a výpadku elektrické energie je datové centrum bezpečně chráněno. Pomocí vnitřní elektronické struktury uspořádané v UPS systému je možno přímo monitorovat a měřit nepříznivé jevy v rozvodné síti na vstupu sestav UPS. Pomocí těchto monitorování je možnost provést odborné výpočty a statistiku výskytu jednotlivých jevů a zkalkulovat tak možné přínosy díky zabránění výpadku celého technologického centra. V další části této kapitoly se zaměřuji na eliminaci finančních ztrát díky tomuto řešení.

Výsledkem práce tedy bylo zajištění datového centra a jeho součástí tak, aby bezpečně fungovalo proti výpadkům elektrické energie a nepříznivým vlivům, které se v rozvodné síti mohou vyskytnout a eliminovat tak finanční ztráty, které mohou vzniknout díky nedokonalosti distribuční rozvodné sítě.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ:

- 1) CAMPBELL, J. D. *Uptime – Strategies for Excellence in Maintenance Management*. Productivity Press Portland, Oregon 1995. 192 s. ISBN 1-56327-053-6.
- 2) IBLER, Z. a kol. *Energetika v příkladech-Technický průvodce energetika, 2.díl.* BEN, 2003. 384s. ISBN 80-7300-097-0
- 3) *Datová centra* [online]. 2010 [cit. 2010-03-10]. Dostupné z <<http://www.power-tech.cz/napajeci-systemy-datova-centra.php>>
- 4) *Elektrická energie* [online]. 2010 [cit. 2010-03-18]. Dostupné z <[http://www.eon.cz/cs/info/el\\_power.shtml](http://www.eon.cz/cs/info/el_power.shtml)>
- 5) LEITL, R. *Spolehlivost elektrotechnických systémů*. SNTL, 1990. 287s. ISBN 80-03-00408-X
- 6) LIBICH, V. *Zdroje a přeměna energie*. Brno, 1990. 248s. ISBN 80-214-0170-2
- 7) MAYER, D. *Elektrodynamika v energetice*. BEN, 2005. 280s. ISBN 80-7300-164-0
- 8) ŘÍHA, J. *Elektrické stroje a přístroje*. SNTL, 1990. 288s. ISBN 80-03-00315-6
- 9) ZÍKA, Josef. *Eaton záložní zdroje napájení*. *ELEKTROINSTALATÉR*. 2009, č. 4, s. 70-72.
- 10) ŽÁČEK, Jaroslav. *Záložní zdroje elektrické energie*. *AUTOMA*. 2001, č. 3, s. 18-24.
- 11) Interní materiály firmy Eaton Electric
- 12) Vlastní zdroje

## **SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ:**

**ČSN** – Česká technická norma

**DC** – Datové centrum

**EMP** - Environmental Monitoring Probe – zařízení na monitorování okolního prostředí.

**GSM** – telefonní brána

**Hz** – hertz – jednotka kmitočtu

**IGBT** - Insulated Gate Bipolar Transistor – bipolární tranzistory s izolovaným hradlem

**ISO/IEC** – Mezinárodní norma

**PDU** – Power Distribution Unit – zařízení určené k rozvodu elektrické energie

**PF** – power factor – účinník

**SNMP** - Simple Network Management Protocol – součást sady internetových protokolů.

**THD** - total harmonic distortion - *celkové harmonické zkreslení*

**UPS** - (*Uninterruptible Power System*) – Nepřerušitelný zdroj napájení

**V** – Volt – jednotka napětí

**W** – watt – jednotka výkonu

## SEZNAM POUŽITÝCH POJMŮ:

**Baterie** – zásobník elektrické energie (sériové a paralelní zapojení galvanických článků).

**Činný výkon** - Činný výkon je roven zdánlivému výkonu vynásobenému účinníkem (kosinus fázového posuvu).

**Obtok** – (bypass) náhradní cesta.  
(kosinus fázového posuvu).

**Frekvence** - kmitočet periodicky se měnící veličiny (počet kmitů za sekundu).

**Přepínač** – je zařízení, které slouží k rychlému a snadnému přepnutí nebo přerušení elektrického obvodu.

**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.

**Účinník** - je mírou využití výkonu zdroje spotřebičem, je to poměr skutečného výkonu střídavého elektrického proudu k zdánlivému (kosinus fázového posuvu  $\varphi$  mezi napětím a proudem).

**Účinnost** - poměr mezi výkonem a příkonem zařízení.

**Usměrňovač** – zařízení pro přeměnu střídavého napětí na stejnosměrné.

**Výpadek napětí** – (porucha sítě) přerušení dodávky elektrické energie. Úplná ztráta napájecího napětí po dobu delší, než dva sinusové sykly. Způsobí, že připojená zátěž přestane fungovat.

**Backup time** – doba zálohy po kterou je schopna UPS dodávat elektrickou energii z baterií.

**Zdánlivý výkon** - součin efektivních hodnot střídavých napětí a proudu.

**Zdroj nepřerušovaného napájení** – zařízení, které mění a vytváří elektrickou energii buď z rozvodné sítě a nebo ze zásobníků elektrické energie (baterií).

## **SEZNAM OBRÁZKŮ:**

Obr. 1 : Datové centrum .....	19
Obr. 2 : Procentuelní graf všech možných rizik .....	21
Obr. 3 : Hustota vs. kapacita.....	27
Obr. 4 : Řez akumulátoru.....	32
Obr. 5 : Zjednodušené schéma zapojení klasické .....	34
Obr. 6 : Zjednodušené schéma zapojení beztransformátorové .....	34
Obr. 7 : Typické vstupní charakteristiky klasických řešení UPS .....	35
Obr. 8 : Typické vstupní charakteristiky beztransformátorového řešení UPS .....	35
Obr. 9 : Magnetický blok s transformátory.....	36
Obr. 10 : Beztransformátorový magnetický blok .....	37
Obr. 11 : Tlumivky poloviny úplného výkonového řetězce beztransformátorové technologie.....	37
Obr. 12 : Obecné zapojení UPS jednotek .....	49
Obr. 13 : Bateriová skříň k UPS .....	51
Obr. 14 : Princip technologie ABM.....	52
Obr. 15 : Návrh zapojení paralelního koordinátoru .....	53
Obr. 16 : Zobrazení Intelligent Power Managementu .....	55
Obr. 17 : ConnectUPS Web/SNMP a EMP sonda monitorovacího prostředí.....	57

## **SEZNAM TABULEK:**

Tab. 1: Hodnoty jednotlivých zařízení .....	41
Tab. 2: Tabulka runtime.....	51
Tab. 3: Cenová kalkulace UPS systému .....	59
Tab. 4: Naměřené výpadky elektrické energie bez UPS .....	62
Tab. 5: Výpočet rozdílu spotřeby volené varianty a klasické UPS .....	64
Tab. 6: Výpočet rozdílu spotřeby normálního režimu a ESS režimu .....	65

## **SEZNAM ROVNIC:**

Rovnice 1: Výpočet spolehlivosti .....	61
Rovnice 2: Výpočet účinnosti .....	64

## **SEZNAM PŘÍLOH:**

Příloha č.1. Názvy příslušných norem EN a místních předpisů	
---	--



## **Příloha:**

### **Názvy příslušných norem EN a místních předpisů:**

- ČSN 33 0120 /IEC 93/ Normalizovaná napětí – 4/93
- ČSN 33 0125 /EN 60059/ Hodnoty proudů – 12/2000
- ČSN 33 0165 /EN 60446/ Značení vodičů barvami nebo číslicemi – 12/2000
- ČSN 33 0330 /EN 60529/ Stupně ochrany krytí (krytí IP kód) – 11/93
- ČSN 33 1500 Revize elektrických zařízení – 6/90
- ČSN 33 2000-1 Elektrická zařízení- Rozsah platnosti, účel a základní hlediska – 7/95
- ČSN 33 2000-3 Stanovení základních charakteristik – 8/95
- ČSN 33 2000-4-41 Ochrana před úrazem elektrickým proudem – 2/2000
- ČSN 33 2000-4-42 Ochrana před účinky tepla – 11/94
- ČSN 33 2000-4-43 Ochrana proti nadproudům -2/94
- ČSN 33 2000-4-47 Opatření před úrazem elektrickým proudem – 8/97
- ČSN 33 2000-4-473 Použití ochranných opatření pro zajištění bezpečnosti- Opatření k ochraně proti nadproudům – 2/94
- ČSN 33 2000-4-481 Volba ochranných opatření podle vnějších vlivů Opatření na ochranu před úrazem elektrickým proudem – 3/97
- ČSN 33 2000-4-482 Volba ochranných opatření podle vnějších vlivů Ochrana proti požáru v prostorech se zvláštním rizikem – 1/2000
- ČSN EN 33 2000-5-51ed Výběr a stavba elektrických zařízení- Všeobecná Ustanovení – 4/2000
- ČSN 33 2000-5-523 Výběr soustav a stavba vedení- Dovolené proudy- 2/94
- ČSN 33 2000-5-53 Spínací a řídicí přístroje -12/94
- ČSN 33 2000-5-54 Uzemnění a ochranné vodiče- 1/96
- ČSN 33 2000-5-56 Napájení zařízení sloužících v případě nouze
- ČSN 33 2000-7-701 Prostory s vanou nebo sprchou a umývací prostory
- ČSN 33 2010 IEC 1200-52 Výběr a stavba elektrických zařízení. Výběr soustav a kladení vedení
- ČSN 33 2130 Vnitřní elektrické rozvody

- ČSN EN60909-0 Výpočet poměrů při zkratech v trojfázové elektrizační Soustavě – 5/2002
- ČSN EN60909-0 33 3022 Výpočet poměrů při zkratech v trojfázových střídavých soustavách-5/2002
- ČSN 33 3051 Ochrany elektrických strojů a rozvodných zařízení -11/92
- ČSN 33 3210 Rozvodná zařízení -3/86
- ČSN EN 62 305 Předpisy pro ochranu před bleskem
- ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení
- ČSN 33 0160 Elektrotechnické předpisy. Značení svorek el. Předmětů a vybraných vodičů
- EN1838 Světlo a osvětlení – Nouzové osvětlení
- ČSN IEC 331-1 Silové kabely se zvýšenou odolností proti šíření plamene
- ČSN EN 60331 Silové kabely se zvýšenou odolností proti šíření plamene
- ČSN EN 50266-2-2 Silové kabely se zvýšenou odolností proti šíření plamene