

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Rekonstrukce datového centra Správy informačních
technologií města Plzně**

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřena na obecný návrh záložního zdroje napájení, chlazení datového centra a hasicího zařízení. Bylo provedeno zhodnocení rekonstrukce datového centra Správy informačních technologií města Plzně, zejména z pohledu jeho předpokládané doby zálohy napájení a celkové životnosti. Stanovením výpočtového zatížení zálohované části data centra byl zhodnocen použitý záložní zdroj napájení a hlavně jeho celkový výkon. Měřením byla zjištěna aktuální výkonová bilance, která se promítla do posouzení předpokládané životnosti datového centra a hlavně aktuální předpokládané doby zálohy napájení. Na závěr bakalářské práce byly uvedeny základní nedostatky, které datové centrum vykazuje a návrh řešení.

Klíčová slova

Akumulátor, datasheet akumulátoru, datové centrum, diesel agregát; hasicí zařízení, klimatizační jednotka, UPS, výpočtové zatížení; záložní zdroj napájení, zdánlivý výkon.

Abstract

The bachelor thesis is aimed at general suggestion of uninterruptible power supply, data center air conditioning and firefighting device. Evaluation of the data center of Správa informačních technologií reconstruction was performed, especially from the point of view of its estimated time of backup power and the total lifetime. By assessment of computational load of backup part of data center the used uninterruptible power supply was evaluated and in particular its total power. By measurement it was determined the actual power balance, which was projected in rating of estimated data center lifetime and also in the actual estimated time of backup power. At the end of the bachelor thesis there were stated the principal deficiencies, that the data center showed and also the suggestion of solution.

Key words

Air conditioning, apparent power, battery, battery datasheet, computational load, data center, diesel generator, firefighting device, uninterruptible power supply, UPS.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

.....
podpis

V Plzni dne 31.5.2016

Václav Pech

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu práce Ing. Petrovi Kropíkovi Ph.D za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Dále bych rád poděkoval firmě Pronix s.r.o za zapůjčení měřícího přístroje FLUKE a jejich zaměstnanci Petrovi Kroupovi za pomoc při měření.

Firmě TECHNISERV IT, která prováděla rekonstrukci datového centra SITmP a zejména panu Františkovi Mašovi, s jehož laskavým svolením mi bylo umožněno nahlédnout do technických zpráv rekonstrukce.

Doc. Ing. Miloslavě Tesařové Ph.D. za odborné rady při stanovení výpočtového zatížení.

V neposlední řadě patří poděkování také firmě Správa informačních technologií města Plzně.

Obsah

OBSAH	6
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	7
ÚVOD	8
1 ZÁKLADNÍ ČÁSTI DATOVÉHO CENTRA	10
2 NÁVRH DATOVÉHO CENTRA	12
2.1 NÁVRH ZÁLOŽNÍHO ZDROJE NAPÁJENÍ	12
2.1.1 <i>Typ UPS</i>	13
2.1.2 <i>Výkon UPS</i>	14
2.1.3 <i>Harmonické zkreslení THDi</i>	15
2.1.4 <i>Komunikace záložního zdroje</i>	16
2.1.5 <i>Zdroj napájení (akumulátor)</i>	16
2.1.6 <i>Paralelní chod</i>	20
2.2 NÁVRH CHLAZENÍ A ODVOD ZTRÁTOVÉHO TEPLA	21
2.3 NÁVRH STABILNÍHO PLYNOVÉHO HASICÍHO ZAŘÍZENÍ (GHZ)	24
3 ZHODNOCENÍ REKONSTRUKCE DATOVÉHO CENTRA SITMP	26
3.1 MĚŘENÍ SKUTEČNÉ SPOTŘEBY DATOVÉHO CENTRA.....	31
3.2 PŘEDPOKLÁDANÁ DOBA ZÁLOHY NAPÁJENÍ.....	37
3.3 CHLAZENÍ DATOVÉHO CENTRA SITMP.....	40
3.4 ZHODNOCENÍ REKONSTRUKCE DATOVÉHO CENTRA SITMP.....	42
ZÁVĚR	44
CITACE	45
PŘÍLOHY	46

Seznam symbolů a zkratk

AGM	absorbed glass material
Ah	ampérhodiny
CCTV	kamerový systém
GHZ	plynové hasicí zařízení
I [A]	efektivní hodnota proudu
L1, L2, L3 (R, S ,T)	označení fáze trojfázové soustavy
P [kW]	činný výkon
Pi	instalovaný výkon
Pp	výpočtové zatížení
PFC	power factor correction (kompenzace účinníku)
S [VA]	zdánlivý výkon
SITmP	Správa informačních technologií města Plzně
SNMP	simple network managment protokol
THDi	harmonické zkreslení proudu
U [V]	efektivní hodnota napětí
UPS	záložní zdroj napájení
VFD	voltage and frequency dependent
VFI	voltage and frequency independent
VI	voltage independent
VZT	vzduchotechnika (klimatizace)
Wh	watt hodiny
$\cos \varphi$	účinník

Úvod

Snad žádné odvětví lidské činnosti nezaznamenalo za dekádu takový nárůst, jako informační technologie. Vše jde samozřejmě ruku v ruce s masovým používáním internetu, který je dnes nedílnou součástí našich životů. Sdílení dat, komunikace, zdroj informací a spousta dalších možností, bez kterých si dnes práci na počítači nedokážeme představit.

Aby tohle všechno bylo možné, jsou po celém světě budována datová centra různých velikostí, která také vyžadují velmi specifické stavební řešení a sladění všech podsystémů, které zabezpečí bezproblémový chod centra. Musíme si uvědomit, že dnes se prakticky žádná organizace nedokáže obejít bez datového centra, ať to vezmeme přes státní správu i komerční subjekty. Každý subjekt má jiné potřeby a hlavně požadavky na složitost datového centra. Je zřejmé, že letiště bude mít datové centrum jinak rozsáhlé a zabezpečené, než například základní škola. Takové centrum lze definovat, jako místo pro uložení počítačových technologií a jejich správu. Zejména se dnes jedná o ukládání nashromážděných dat, jejich zabezpečení a zálohu.

Dle studie provedené společností Gartner vyplývá, že během let 2013 – 2015 byl každoroční nárůst objemu dat, tedy požadavek po úložné kapacitě o 50 % vyšší a zvýšení výkonu serverů o 10 % [1]. Tento trend je samozřejmě i v následujících letech zcela prokazatelný. Zejména velmi náročné je již zmíněné ukládání dat a jejich správa, pod kterou patří zejména jejich zálohování a v dnešní době zcela jistě i zabezpečení. Z tohoto pohledu je zcela zřejmé, že vybudování datového centra, včetně televizního okruhu CCTV připojeným na dohledové pracoviště (velín), je velmi nákladnou záležitostí a je dobré si uvědomit několik dalších faktorů.

Nedílnou součástí takového datového centra je i odvod ztrátového tepla, který musí být dimenzovaný na požadovanou velikost centra a zejména jeho dispozici, zásokové napájení datového centra, které musí pokrýt výpadky a kolísání napětí z distribuční soustavy a v neposlední řadě správa datového centra, je potřeba zajistit dostatek odborníků, kteří se budou o datové centrum starat.

V posledních letech je velmi moderním a zcela jistě i finančně velmi zajímavým řešením outsourcing vlastního datového centra, nebo dokonce využívání služeb externího IT poskytovatele s návazností ukládání dat na cloudová řešení. Zde mohou některé organizace narazit na otázku, jak bude s mými daty nakládáno, jsou-li v bezpečí a hlavně, organizace nemá přímý vliv na jejich správu, což může být pro někoho jen těžko překonatelný problém. Přeci jen si musíme uvědomit, že v dnešní době jsou informace

velmi cennou komoditou a určité subjekty jsou na toto téma velmi citlivé a jednoduše budou chtít svá data na svých diskových polích, pod správou svých IT odborníků. Jiným problémem může být situace, kdy jsou pracovníci organizace v jedné budově a přístup k datům na cloudu je pomocí internetového připojení neefektivní, protože v případě výpadku internetu, nebo poruchy by došlo ke kompletnímu odříznutí organizace od vlastních dat. Používání cloudových řešení má jistě své opodstatnění a v budoucnu se bude jistě silně rozvíjet.

Dle studie jiné analytické společnosti IDC, která se zaměřila na trhy v silně rozvíjející se Asii a Tichomoří, je odhad pro rok 2016, přesunutí 50% jejich IT infrastruktury na externí datová centra a 60% dat předáno poskytovatelům cloudových služeb [1].

Budování, či případná rekonstrukce datového centra má jistě svá úskalí, zejména finanční a je pouze na požadavcích každé organizace jakou cestou se vydá. Tato bakalářská práce pojednává o budování a rekonstrukci celého datového centra a není zaměřena na části informační technologie, jako například zapojení diskového pole a podobně. Tohle je problematika velmi náročná a vydala by na zcela samostatnou práci. My se zaměříme na datová centra jako taková a zejména na jeho tři součásti, které shrneme v následující kapitole.

1 Základní části datového centra

Záskokové napájení datového centra - UPS

V dnešní době není zcela jednoduché zabezpečit kvalitní dodávku elektrické energie, v síti dochází k určitým výkyvům, které musí samozřejmě splňovat hodnoty dané normou ČSN EN 50 160, ale zcela odstranit je nelze. Jedním z důvodů mohou být nepravdivé odběry napájení, atmosférické jevy, poruchy přenosové soustavy a jiné. Proto je definováno devět negativních vlivů, které ovlivňují napájecí napětí.

Hlavní kvalitativní ukazatele specifikují:

- Kmitočet sítě.
- Velikost napájecího napětí.
- Krátkodobé poklesy napájecího napětí.
- Napěťové špičky.
- Napěťové rázy.
- Krátkodobá přerušení napájecího napětí.
- Dlouhodobá přerušení napájecího napětí.
- Harmonické zkreslení.
- Rušení sítě.

Aspektů, které definují kvalitu dodávky elektrické energie, je samozřejmě více, pro účely této bakalářské práce jsou uvedeny ty hlavní, které mají na funkci datového centra největší vliv.

Z těchto důvodů je dnes naprostým standardem vybavovat datová centra záložním napájením UPS (*Uninterruptible Power Supply*), který tyto negativní vlastnosti eliminuje a poskytuje citlivým částem datového centra konstantní a nepřerušované napájení. Konkrétně velmi citlivá na kvalitu napájecího napětí jsou disková pole, rozbočovače datové sítě (Switches) a systémové servery obecně.

Zde je velmi citlivým tématem případná ztráta dat. Samostatnou kapitolou jsou pak dlouhodobé výpadky napájecí sítě, kdy nedochází pouze k malým výkyvům, které bychom doma zaznamenali pouze jako poblikávající žárovku, ale dlouhodobější výpadky v řádu minut, ale i hodin. Z tohoto důvodu se datová centra vybavují diesel agregátem, který převezme napájení v případě dlouhodobého výpadku.

Chlazení a odvod ztrátového tepla

Chlazení datového centra je velmi důležitou součástí a při jeho budování, či rekonstrukci je možné k němu přikročit z několika hledisek a požadavků. Při pohledu na dnešní trendy se dá dokonce říci, že chlazení se stává jednou z klíčových oblastí v rámci datových center.

Základní princip je velmi jednoduchý. Chlazení je energeticky velmi náročné a úměra je to zcela přímá. Čím více tepla musím chladit, tím více peněz musím zaplatit. Často se tak napájení IT technologií vyrovná napájení soustavy, která má dané technologie uchladit. S ohledem na nedávný pokles cen elektřiny a trend, kdy moderní technologie jsou úspornější a na jednotku výkonu produkují méně tepla, tak je ekonomický aspekt chlazení datového centra značný. Zejména v dnešní době, kdy se klade důraz na „zelené“ technologie a co největší úsporu elektrické energie.

Z tohoto pohledu mohu přistoupit k chlazení datového centra několika způsoby, případně se alespoň snažit o jeho zefektivnění.

Stabilní hasicí zařízení (GHZ)

Všechna datová centra jsou složena z velmi nákladných součástí, které není možné v případě požáru hasit konvenčními prostředky. Jednak by došlo k nemalé finanční ztrátě, ale zejména i k poškození takových částí, jako jsou disková pole. V tomto případě je ztráta na datech v podstatě nenahraditelná. I když kvalitní datové centrum musí provádět pravidelné zálohy a tyto musí být umístěny v jiné budově. K hašení takových technologických prostor se používá speciální hasební plyn, který nijak nepoškozuje instalované technologie, je zdravý a ekologicky neškodný.

Takový hasební plyn má ještě jednu nespornou výhodu a tou je, že dokáže zcela vyplnit daný prostor do všech skrytých částí datového centra a je proto velmi efektivní. Tato technologie je oproti klasickým rozprašovačům na kapalná hasiva finančně náročnější, nicméně v případě včasné detekce požáru je možné veškeré IT vybavení znovu použít.

2 Návrh datového centra

2.1 Návrh záložního zdroje napájení

Dlouhodobé výpadky napájení datového centra jsou velmi závažné poruchy, které je třeba eliminovat a hlavně se jim snažit předcházet. Tyto výpadky jsou způsobovány, jak již bylo řečeno, na straně dodavatele elektrické energie, ale viníkem může být i lidský faktor uvnitř organizace.

Velmi často se stává například při stavebních pracích v objektu, kdy může dojít k fyzickému přerušení kabelu, čímž dojde k vybavení hlavního jištění objektu a výpadek napájení je okamžitý. Pak už je pouze proměnná délka opravy, kdy dojde k obnovení napájení datového centra. Jeden z výzkumů, který provedla firma Ponemon Institut ve Spojených státech říká, že tři nejčastější příčiny výpadku se za poslední tři roky nezměnily. Respondenti uvedli [2]:

- 55 % - Selhání baterie záložního zdroje (zřejmě chybná, nebo žádná redundance).
- 48 % - Lidská chyba.
- 46 % - Překročení kapacity UPS.

Dlouhodobý výpadek datového centra s sebou nese zejména finanční ztráty, což platí hlavně u komerčních subjektů. Další ztrátou a možná ještě důležitější, je však ztráta důvěry v takovou organizaci. Tohle je velký problém pro všechny, zejména však pro organizace státní správy, na kterou jsou v tomto měřítku kladeny vysoké nároky.

Při výběru vhodného záložního zdroje UPS hraje roli několik parametrů, které jsou pro správnou funkci záložního napájení datového centra určující. Tyto je potřeba správně dimenzovat a přizpůsobit každému datovému centru zvlášť.

- Typ UPS.
- Výkon UPS.
- Harmonické zkreslení.
- Komunikace.
- Zdroj napájení (akumulátor).
- Paralelní chod.

2.1.1 Typ UPS

Záložní zdroje rozdělujeme na tři základní topologické systémy. Každý systém je vhodný po zálohování jiné technologie a hlavně výkonu. Je potřeba předem definovat vlastnosti zátěže (spotřebiče), kterou bude záložní zdroj zásobovat elektrickou energií během výpadku.

Off-line VFD – (Voltage and frequency dependent)

Jedná se o nejjednodušší typ záložního zdroje a jsou jimi napájeny spotřebiče, které dokážou překlenout krátkodobý výpadek napájení, než dojde k automatickému přepojení, pomocí relé, na záložní baterie. Jinak je spotřebič napájen přímo ze sítě přes pasivní filtry, které odstraňují částečné rušení sítě. Tento typ se nejčastěji používá pro osobní počítače. Rozsah výkonu 0-0,5kVA

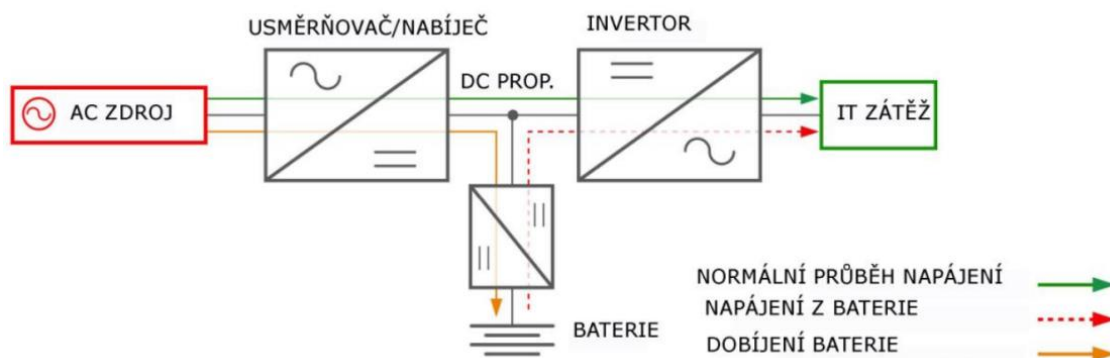
Line Interactive VI – (Voltage independent)

Záložní zdroj Line Interactive je svou funkcí velmi podobný záložnímu zdroji Off-Line. Je však doplněn o prvky, který vylepšuje vlastnosti VFD. Zejména se jedná o regulační transformátor, který upravuje některé škodlivé vlivy sítě (přepětí, podpětí, rázy) jež záložní zdroj VFD odstranit nedokáže. U levnějších typů je i nadále přítomen jev krátkodobého přerušování napájení při přepínání na baterie. Nejnovější typy už však disponují bezspínačovým přechodem na baterie, tzv. Deltakonverze. Rozsah výkonu 0,5 - 5kVA

On-line VFI- (Voltage and frequency independent)

Tyto záložní zdroje jsou charakteristické dvojitou konverzí *Obr.1*. Vstupní napětí projde filtry, je sníženo a usměrňováno řízeným usměrňovačem, zde jsou připojeny akumulátory, následně se opět rozstřídá invertorem na výstupní napětí. Tento typ nepotřebuje při výpadku žádný čas pro přepnutí na záložní baterie, pracuje stále. Nevýhodou je vysoká cena, a proto se používá pouze u nejvyšších nároků na záložní napájení. Velkou výhodou je, že eliminuje prakticky všechny negativní vlivy sítě.

U záložních zdrojů On Line je často instalován by-pass, který dokáže fyzicky přemostit UPS přímo na napájecí soustavu, využívá se například při poruše záložního zdroje. Rozsah výkonu 5 - 5000kVA

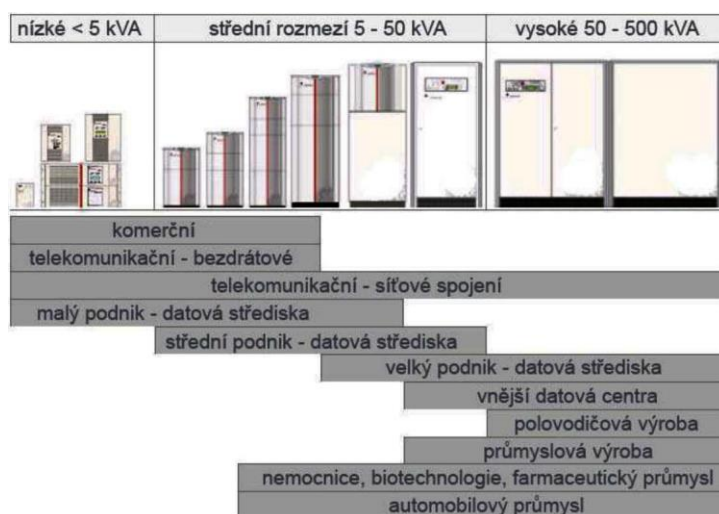


Obr. 1 Blokové schéma záložního zdroje On Line s dvojitou konverzí. [3]

2.1.2 Výkon UPS

Je udáván ve voltampérech [VA] a vyjadřuje zdánlivý výkon S , jehož vztah je součin efektivních hodnot napětí a proudu $S = U \times I$. Problémem je, že příkon zátěže, kterou bude záložní zdroj napájet, bývá uveden v činném výkonu P [W]. Rozdíl mezi těmito dvěma výkony udává charakter zátěže, který může být induktivního/kapacitního charakteru a je vyjádřen fázovým posunem mezi napětím a proudem. Tento rozdíl je dán tzv. účinníkem, jehož vztah je $\cos \varphi = \frac{P}{S}$. Většina ICT technologie bývá kapacitní zátěže, kdy $\cos \varphi \cong 0,6$. Dnešní napájecí zdroje, například pro PC, jsou tzv. spínané zdroje a obsahují PFC (Power Factor Correction) kompenzaci účinníku, kdy se výsledný $\cos \varphi \cong 1$ blíží hodnotě jedna, napětí je ve fázi s proudem.

Záložní zdroje se rozdělují i dle napájecího napětí, které se odvíjí od výkonu UPS. Pro datová centra se používají výhradně třífázové (3x400 V) záložní zdroje. Jednoduché UPS pro zálohování stolních počítačů jsou napájeny jednofázově (230V).



Obr. 2 Využití UPS dle zdánlivého výkonu zátěže [4]

2.1.3 Harmonické zkreslení THDi

Činitel harmonického zkreslení vstupního proudu (udává se v procentech) je velmi důležitý parametr hlavně ve vztahu UPS -> Motorgenerátor. Vysoké THDi zapříčiňuje zpětný vliv záložního zdroje na napájecí síť. Takže pokud hodláme do soustavy záložního napájení zahrnout i motorgenerátor pro napájení při dlouhodobém výpadku, měla by nás hodnota THDi při návrhu velmi zajímat.

Co vlastně THDi vyjadřuje a jak vzniká? Na vzniku se podílejí hlavně pulzní usměrňovače instalované na vstupu záložního zdroje. Proto se často používají 12ti-pulzní usměrňovače, které dokážou snížit hodnotu THDi pod 10%. Speciální záložní zdroje dnes dokážou hodnotu THDi dostat pod 5%. Jak již bylo řečeno, hodnota THDi je velmi důležitá pro soustavy s motorgenerátorem a to z pohledu jeho výkonu. V závislosti na hodnotě harmonického zkreslení je nutné předdimenzování výkonu motorgenerátoru. Je třeba také pamatovat, že hodnota THDi je závislá na velikosti zatížení záložního zdroje, paradoxně se snižujícím se zatížením stoupá harmonického zkreslení.

Tab. 1 Nutné předdimenzování motorgenerátoru v závislosti na THDi [Převzato: Ing. Karel Kuchta, Phoenix-Zeppelin, spol. s r.o.]

Nutné předdimenzování	THDi
1,3 - 1,4	<5%
1,8	5-10%
2,5 - 3	>20%

Tab. 2 Závislostí THDi na zatížení záložního zdroje [Převzato: Ing. Karel Kuchta, Phoenix-Zeppelin, spol. s r.o.]

THDi [%]	Zatížení UPS			
	25%	50%	75%	100%
Výkon UPS [kVA]				
60	7,05	4,32	2,99	2,49
80	8,7	6	4,22	3,16
100	7,9	5	3,4	2,57
120	6,88	4,22	2,75	2,3

2.1.4 Komunikace záložního zdroje

Jsou dva způsoby, jak dokáže záložní zdroj komunikovat se serverem a potažmo obsluhou datového centra. Prvním je pomocí sériového portu RS232. Druhá možnost, pro datová centra vhodnější, je SNMP (Simple Network Management Protokol) protokol, který vyžaduje, aby byl záložní zdroj vybaven SNMP adaptérem komunikující s ovládacím software pomocí klasické datové sítě (LAN). Díky němu lze sledovat poruchové stavy, provádět testy a mít celkový přehled o chování záložního zdroje. Dražší záložní zdroje také disponují dotykovou LCD obrazovkou, která je přímo na těle UPS.

2.1.5 Zdroj napájení (akumulátor)

Volba typu akumulátorů a hlavně jejich kapacity, které budou v případě výpadku napájení zásobovat záložní zdroj elektrickou energií, je poměrně rozsáhlým tématem. Jako základní parametr akumulátorů je uváděna jeho jmenovitá kapacita C_n (jmenovitá energetická zásoba), která je garantována výrobcem. Kapacity zdrojů se označují i jinak, a to se zohledněním na použitý vybíjecí proud. Obecně je uváděna hodnota kapacity C20 nebo C10, což znamená, že akumulátor poskytne uvedenou kapacitu po dobu 20 nebo 10 hodin při vybíjecím proudu $I = \frac{C_n}{t}$. Například pro 40Ah akumulátor C10 jsou tímto proudem $\frac{40}{10} = 4 A$.

Jako alternativní údaj je také využívána tzv. Watthodinová kapacita (CWh) zdroje, což je násobek ampérhodinové kapacity průměrným (středním) vybíjecím napětím. Udává se ve Wh.

Obvykle se ve standardních aplikacích užívá průmyslových olověných ventilů řízených akumulátorů. Jde o více článkový monoblok, který je za normálních podmínek uzavřen. Má však zařízení, které umožní unikání plynu, překročí-li vnitřní tlak předem definovanou hodnotu. U těchto baterií nelze doplňovat elektrolyt. Je také často nazýván rekombinačním článkem, právě díky jeho konstrukci a tedy schopnosti zamezení úniku vody z elektrolytu. Pro použití ve spolupráci se záložními zdroji UPS se používají šesti článkové (nominální hodnota 6 x 2 V) monobloky do kapacity zhruba 200 Ah. Využívá se zde elektrolytu (zředěná kyselina sírová - H_2SO_4) o měrné hmotnosti 1,27 až 1,29 g/cm^3 nasáknutým v tlustších separátorech ze skelné vaty (tzv. AGM - Absorbed Glass Material).

Zjednodušeně lze činnost takovéto baterie popsat následovně. Kyslík vyvíjený na

kladných elektrodách difunduje k elektrodám záporným s aktivní hmotou z porézního olova, na kterých se váže za vzniku oxidu olovnatého PbO. Ten pak reaguje s ionty elektrolytu SO₄, na síran olovnatý PbSO₄. Malé množství vodíku vyvíjeného při nabíjení rekombinuje s kyslíkem opět na vodu. Činnost rekombinace není 100%, proto nemohou být tyto akumulátory hermeticky uzavřeny a malé množství nezreagovaných plynů uniká přetlakovým ventilem z článku. Při trvalém dobíjení (udržovací napětí akumulátorů) na konstantní napětí 2,27 V/čl. a teplotě 25 °C se uvádí únik 1,6cm³ plynů na 1 Ah článku za měsíc. Vzhledem k tomu, že jde o zanedbatelné množství, není nutné u tohoto typu akumulátorů v místě instalace zajistit odvětrání. Při nabíjení na konstantní napětí 2,4 V/čl. se únik elektrolytu zvyšuje na 10,5 cm³ pro 1Ah článku za měsíc. Toto zvýšené nabíjení se používá jako vyrovnávací dobíjení pro zajištění plného/vyrovnaného nabití všech bloků v sérioparalelním zapojení a také pro případnou eliminaci tzv. sulfataci aktivní hmoty (vzniká při neúplném nabíjení akumulátorů), kdy jde často o nevratné poškození akumulátoru, což se projevuje jak poklesem kapacity, tak i výšením vnitřního odporu.

Výhody ventilem regulovaných akumulátorů lze shrnout do následujících bodů:

- Dodávají se v nabitém stavu.
- Akumulátory můžeme v nabitém stavu uskladnit až 1 rok.
- Jednoduchá montáž.
- Ekologicky čistý provoz (z článků nevytéká elektrolyt a neuniká aerosol H₂SO₄).
- Není vyžadováno odvětrání prostor akumulátorovny.
- Při etážové sestavě minimální zastavěná plocha.
- Možnost provozu akumulátorů v libovolné poloze.
- Prakticky žádná údržba.
- Relativně snadná ekologická likvidace starých akumulátorů.

Z nevýhod lze uvést:

- Vyšší cena.
- Malá odolnost vůči přebíjení a nabíjecímu napětí nad 2,4 V/čl.

S ohledem na citlivost na přebíjení, je nutné akumulátory nabíjet tak, aby nedošlo k překročení již uvedeného napětí 2,40 V/čl. při teplotě +20 °C a je třeba tedy sledovat znaky jejich plného nabití. Za znak plného nabití považujeme u ventilem regulovaných akumulátorů (při nabíjení na 2,35 až 2,45 V/čl při teplotě 20 °C) pokles proudu

na minimální hodnotu, která se během 4 až 8 hodin nemění.

Příklad jednoduchého výpočtu Ah kapacity akumulátoru

Kapacitu olověné ventilem řízené baterie vypočítáme podle vzorce:

$$C = I_{vyb} \times t$$

Kde:

C kapacita akumulátoru [Ah]

t doba vybíjení

I_{vyb} vybíjecí proud

Potřebujeme-li zjistit Ah kapacitu akumulátoru za jmenovité teploty, provedeme přepoččet podle následujícího vzorce.

$$C_{20} = \frac{Ct}{1 + K \times (T - 20)}$$

Kde:

C_{20} kapacita akumulátoru přepočtená na jmenovitou teplotu [20 °C]

T střední teplota nádoby během kapacitní zkoušky (provozní teplota) [°C]

Ct kapacita akumulátoru při střední teplotě nádoby naměřené během kapacitní zkoušky (vypočítaná kapacita při provozní teplotě) [Ah]

20 jmenovitá teplota nádoby akumulátoru (teplota daná výrobcem) [°C]

K koeficient kompenzace teploty dle doby vybití

- $K_{10}=0,006 \text{ V/}^\circ\text{C}$
- $K_5=0,007 \text{ V/}^\circ\text{C}$
- $K_3=0,008 \text{ V/}^\circ\text{C}$
- $K_1=0,01 \text{ V/}^\circ\text{C}$

Příklad:

Kapacitní zkouška olověného ventilem řízeného akumulátoru probíhá při střední teplotě nádoby +25 °C proudem 40 A po dobu 10 hod. Dosazením do vzorců vypočítáme kapacitu akumulátoru při provozní teplotě a tu pak přepočteme pro teplotu jmenovitou +20 °C:

$$C = I_{vyb} \times t$$

$$C_{25} = 40 \times 10 = 400 \text{ Ah}$$

$$C_{20} = \frac{Ct}{1 + 0,006 \times (t - 20)}$$

$$C_{20} = \frac{400}{1 + 0,006 \times (25 - 20)} = 388,35 \text{ Ah}$$

Z následujícího výpočtu je patrné, že se zvyšující teplotou se kapacita akumulátoru také zvyšuje, ale životnost se naopak velmi snižuje, proto je ideální akumulátory provozovat při jmenovité teplotě, která je daná výrobcem, nejčastěji se uvádí 20 °C.

Životnost akumulátorů

Životnost olověných akumulátorů je závislá především na jejich konstrukci. Výrazně je ale ovlivňována provozními podmínkami. Životnost akumulátorů zkracuje například:

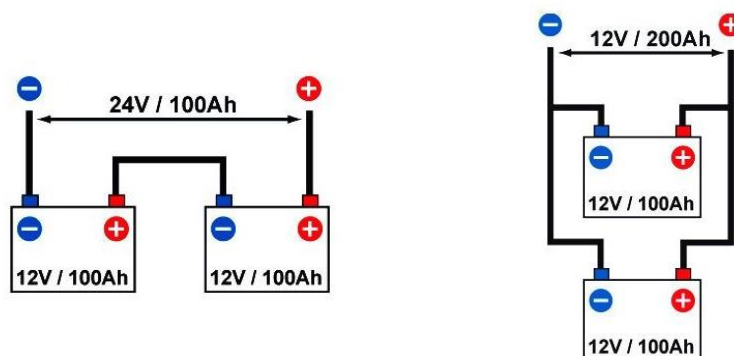
- Trvalé zatěžování vysokými nabíjecími a vybíjecími proudy.
- Přebíjení a hluboké vybíjení akumulátorů.
- Vysoká provozní teplota.
- Provoz v prostředí s plyny nebo párami, kterými se akumulátory poškozují.
- Silné otřesy, nárazy a vibrace.

Podle účelu použití považujeme za konec životnosti ventilem řízených olověných akumulátorů pokles kapacity pod 80% C_n . Prodloužení životnosti olověných akumulátorů jejich minimálním používáním není výrazné, protože v akumulátorech probíhají trvale nežádoucí chemické reakce způsobující stárnutí akumulátorů, které nelze zastavit. Částečné zpomalení nežádoucích reakcí můžeme dosáhnout provozem akumulátorů za trvale snížené teploty v rozmezí 20-25 °C. Často je také využíváno šetrnějších metod dobíjení, kdy nejsou akumulátory připojeny k dobíječi trvale, ale jen v určitých časových cyklech.

Zapojení akumulátorů

Akumulátory mohou zapojovat sériově, nebo paralelně. Záleží, zda potřebují navyšovat jmenovité napětí, nebo kapacitu Ah. Jestliže je zapotřebí větší kapacita, než je dostupná z jedné baterie, nebo sestavy sériově zapojených akumulátorů, je možno využít paralelního zapojení. Hlavní zásada při paralelním zapojení je vytvoření dvou (nebo více) identických větví. Baterie musí být o stejné jmenovité kapacitě, typu a výrobce.

V provozu u záložních zdrojů se proto využívá sérioparalelního zapojení akumulátorů, kdy je navyšována kapacita, ale zároveň i napětí. Tímto zapojením do několika paralelních větví je také dosaženo určité redundance, kdy při výpadku jedné z větví je zařízení (UPS) schopno pracovat, i když se sníženou kapacitou, takže se zkrácenou dobou zálohy.



Obr. 3 Sériové a paralelní zapojení akumulátorů. [5]

2.1.6 Paralelní chod

Zapojení několika záložních zdrojů pracujících do společného výstupu, tzv. „singlové“ záložní zdroje jsou pro napájení datového centra nevhodná. Obvykle je u datových center požadováno napájení redundantní, kdy je buď použito právě paralelního systému složeného z dvou či více zdrojů pro zajištění redundance N+1, nebo je napájení rozděleno do dvou napájecích směrů (ozn. A a B).

Proto se u datových center využívá tzv. paralelního zapojení, které je tvořeno zapojením několika záložních zdrojů paralelně a používáme jej, pokud chceme docílit vyššího výkonu. Tento způsob zapojení se nazývá „paralelně kapacitní“. V případě, že požadujeme paralelní systém využít v redundanci N+1, využíváme právě jeden zdroj v systému jako redundantní. Pak tento systém nazýváme „paralelně redundantní“.

Paralelní systémy a to jak pracující v „kapacitním“ režimu, tak i v režimu „redundantním“ jsou náročné na prostor. Často jsou proto umístěny mimo datové centrum v energetické části objektu. Optimálním řešením je využití **modulárních systémů**, které jsou schopny zajistit oba způsoby zapojení. Takovýto systém je složen z více výkonových modulů v jednom rámu zdroje a lze jej snadno rozšiřovat dle nároků a růstu provozovatele centra. Výhodou je výkonová hustota v malém prostoru, často o rozměrech jediného

datového rozvaděče (racku). Modulární systémy pak mohou být umístěny přímo v datovém centru a nevyžadují samostatný prostor. Výhodou je zde také jednoduchá obsluha a servisovatelnost.

2.2 Návrh chlazení a odvod ztrátového tepla

Při návrhu chlazení datového sálu je potřeba si ujasnit, zda se jedná o celkovou rekonstrukci, nebo jen požadují určitou úpravu chlazení a do rozsáhlejších rekonstrukcí se objednavatel pouštět nechce. Jak již bylo zmíněno ve druhé kapitole, lze k tomuto tématu přistoupit několika způsoby a každý je vhodný pro jiné datové centrum. K úpravě chlazení se velmi často přistupuje z důvodů ekonomických, ale také z důvodu nového prostorového uspořádání datového centra, například jeho rozšíření, což bývá velmi časté. V následující kapitole si proto shrneme základní principy chlazení datových center, od naprosto jednoduchých technik, až po ty nejnákladnější.

Snížení chladicího výkonu

Prvním způsobem je obyčejné snížení chladicího výkonu, jednoduše budeme chladit na vyšší teplotu. Dle studie společnosti Google [2], která před více jak deseti lety začala testovat teploty, za kterých je bezpečné provozovat IT technologie v datových centrech, tak se běžná hodnota teploty pohybovala okolo 17 °C. Takto nízká teplota byla zapříčiněná obavou o bezchybnou funkčnost provozovaných IT technologií. Dnešní IT vybavení však dokáže bezchybně fungovat za výrazně vyšších teplot. Například garantovaná operační teplota nejběžnějšího typu rozbočovače od největšího výrobce switchů Cisco, je až 45 °C. Pro ostatní IT technologie, které jsou zastoupené v datovém centru, bude teplota jistě nižší, ale pro ilustrační příklad, že datová centra jsou mnohdy přechlazována, je to zcela vyhovující. Běžně udávaná limitní teplota většiny výrobců je tak dnes přibližně 30 - 35 °C.

Takto vysoká teplota v datovém centru samozřejmě být nemůže, ale je zcela zřejmé, že hodnota 17 °C je také lichá. Závěr studie Google uvádí, že při použití vhodných komponent lze dnes provozovat datová centra až na hodnotě 26 °C. Snížení chladicího výkonu může být ideální pro již vybudovaná datová centra staršího typu, kde kompletní rekonstrukce klimatizační technologie nemusí být rentabilní. Nicméně je potřeba přihlídnout i ke stavu vybavení datového centra, pro starší komponenty již taková teplota nemusí být vyhovující.

Pro datová centra, která jsou budovaná zcela od základů, nebo pro kompletní

rekonstrukce se nabízí další možnosti, jak udržet v datovém centru optimální teplotu.

Oddělení aktivních částí

Jednou z hlavních cest, kterou se můžeme vydat, je optimální rozdělení hustoty IT technologií. Jednoduše řečeno, zařízení, která se zahřívají nejvíce oddělit od ostatních a chladit je samostatně. Tady je potřeba si uvědomit, že hlavním negativním rysem každého datového centra je uzavřená oblast (místnost, sál), kde dochází k cirkulaci a promíchávání teplého a studeného vzduchu. Pokud chceme tento negativní jev účinně eliminovat, můžeme použít takzvanou teplou/studenou uličku, kde dojde k oddělení teplého a studeného vzduchu.

Studená ulička

Aktivní prvky seskupíme na jedno místo čelní stranou k sobě a oddělíme od ostatních částí datového centra. Tím vznikne tzv. studená ulička. Do studené uličky je přiváděn studený vzduch z klimatizačních jednotek, tento je nasáván aktivními prvky a zadní stranou odváděn pryč z uličky. Je vhodné říci, že pro správnou funkci studené uličky je nutné použít IT technologie, které používají ke svému chlazení nasávání z čelní strany. Pro zlepšení cirkulace studeného vzduchu je často používána také zdvojená podlaha. Výhodou studené uličky je kontrola teploty na velmi omezeném prostoru.

Teplá ulička

U teplé uličky je princip opačný, aktivní prvky jsou seskupeny zády k sobě, teplý vzduch je koncentrován na malém prostoru a odváděn jakýmsi „komínem“ ke klimatizačním jednotkám. U tohoto systému je potřeba kontrolovat teplotu na větším prostoru datového centra, tzn. všude, kromě teplé uličky. Není proto používáno tak často.

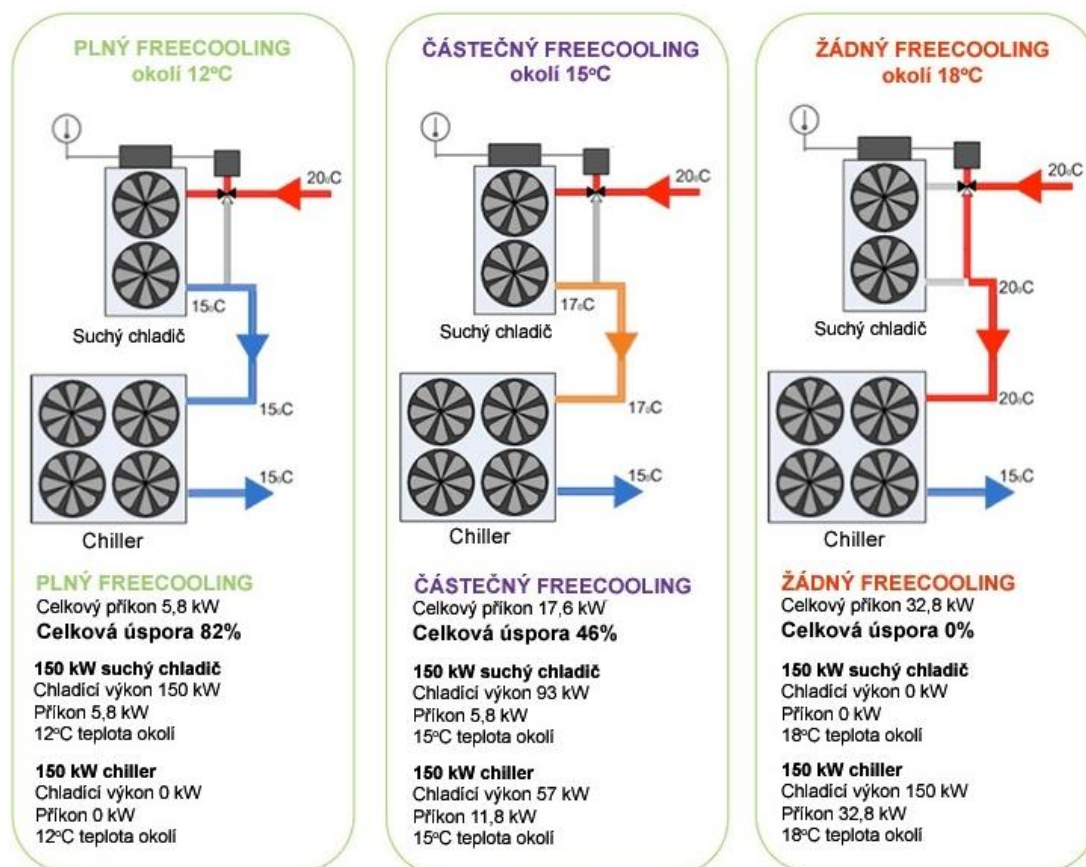
Free Cooling

FreeCooling (volné chlazení) je zcela nová technologie, která bere útokem chlazení nových Datových center. Velcí hráči na poli datových center, jako Microsoft, Google a Facebook již využívají při budování datových center pouze chlazení na principu FreeCooling. Je až s podivem, jak je tento systém vlastně jednoduchý a funkční.

U klasického kompresorového chlazení se neustále využívá stále stejný vzduch, ten je ochlazený přiveden před aktivní prvky, tam absorbuje jejich teplo, následně je odveden do kompresoru, kde je znovu schlazen a odveden zpět k aktivním prvkům. Tento cyklus se neustále opakuje a z výše uvedeného, je zřejmé, že kompresor je povětšinou neustále v chodu, čímž je spotřeba elektrické energie vysoká.

U systému FreeCooling je využíváno venkovního chladného vzduchu, který má po většinu roku nižší teplotu, než je v datovém centru. Dle analýzy teplotních profilů ve velkých evropských městech vyplývá, že se teplota nejčastěji pohybuje v rozmezí 0 - 15 °C. Chladicí médium je proto ochlazováno v lamelovém výparníku s velkými ventilátory, které pomáhají přenosu tepla z kapaliny do vzduchu.

U datových center se nejčastěji využívá tzv. oddělený FreeCooling. Tento se skládá ze samostatného výparníku a chladicí jednotky. Výhodou jsou proto dva nezávislé zdroje chladu, kdy v zimních měsících je provozován prakticky pouze výparník a spotřebu elektrické energie vyžadují pouze ventilátory. Kompresor chladicí jednotky je zcela vypnut. Důležitým faktorem pak je teplota chladicí kapaliny. Nejčastěji se používá teplota spádu chladicí kapaliny 20/15°C. U FreeCoolingu mohou nastat tři stavy, které se řídí dle vnější teploty. Tyto tři stavy jsou znázorněny na Obr.4.



Obr. 4 Režim odděleného FreeCoolingu. Chiller je chladicí jednotka v data centru. [6]

2.3 Návrh stabilního plynového hasicího zařízení (GHZ)

Systém hašení musí být realizován dle standardů ČSN EN 15004. Pro správnou funkci systému je nezbytné udržet v jistěných místnostech min. po dobu 10 minut, po vypuštění hasiva, zhášecí atmosféru při dostatečném utěsnění prostoru. Pro ověření dostatečné těsnosti hasebního úseku se provádí tzv. Door Fan Test. Stabilní hasicí zařízení funguje na principu snížení koncentrace kyslíku v prostoru hoření pod hodnotu cca 15%.

Po vypuštění hasebního plynu z tlakových lahví hrozí velký nárůst tlaku v chráněném prostoru, tento tlak může dosáhnout velmi vysokých hodnot tun/m^2 , proto musí být prostor opatřen požární přetlakovou klapkou, která musí být umístěna v závislosti na použitém plynu. Plyny těžší než vzduch se drží převážně u podlahy místnosti a naopak. U těžších plynů se tak přetlaková klapka umísťuje ke stropu chráněného prostoru, lehčí plyny mají klapku naopak u země.

S tím souvisí i tzv. chráněná oblast, která musí s dostatečnou rezervou zahrnovat chráněné technologie datového centra. Pozor je třeba dávat také na zdvojené podlahy, které v datových centrech často bývají z důvodu chlazení a rozvodům. Část podlahy se tak provádí z perforovaných desek, které nezabrání průniku hasebního plynu i do těchto skrytých prostor.



Obr. 5 Požární přetlakové klapky stabilního hasebního zařízení.

Často používané hasební plyny

Tab. 3 Hasiva používaná v GHZ [7]

Hasivo	Hustota	Obsah	Popis
FK-5-1-12	11. násobek hustoty vzduchu	1,1,1,2,2,4,5,5,5-nonafluor-4-(trifluormethyl) pentan-3-on	bezbarvý, téměř bez zápachu
HCFC směs A	11. násobek hustoty vzduchu	směs	bezbarvý, s citrusovým zápachem
HFC 125	4. násobek hustoty vzduchu	pentafluorethan	bezbarvý, téměř bez zápachu
HFC 227ea	6. násobek hustoty vzduchu	1,1,1,2,3,3,3-heptafluorpropan	bezbarvý, téměř bez zápachu
HFC 23	2,4. násobek hustoty vzduchu	trifluormethan	bezbarvý, téměř bez zápachu
IG-01	1,4. násobek hustoty vzduchu	argon	bezbarvý, téměř bez zápachu
IG-100	stejná jako hustota vzduchu	dusík	bezbarvý, bez zápachu
IG-55	stejná jako hustota vzduchu	dusík (50%), argon (50%)	bezbarvý, bez zápachu
IG-541	stejná jako hustota vzduchu	dusík (52%), argon (40%), oxid uhličitý (8%)	bezbarvý, bez zápachu

Elektro část GHZ

K aktivaci stabilního hasicího zařízení dochází pomocí čidel automatické detekce, která jsou umístěna na stropě a ve zdvojených podlahách datového centra. U vstupu do chráněného prostoru jsou umístěna tlačítka ruční aktivace a blokace GHZ. Při detekci požáru dochází ve velmi krátké době (cca 1min) k uvolnění plynného hasiva, které vyplní prostor a tento je potřeba urychleně opustit. Chráněný prostor je proto vybaven akustickou a optickou signalizací, která je umístěna i vně objektu, aby byla obsluha včas informována o poplachu v technologii. Všechny systémy jsou ovládány pomocí centrály GHZ.

3 Zhodnocení rekonstrukce datového centra SITmP

Rekonstrukce datového centra

Rekonstrukce datového centra Správy informačních technologií města Plzně probíhala v roce 2013 a jejím důvodem byl zejména nedostatečný výkon chlazení datového sálu o podlahové ploše cca 80 m². Chlazení bylo provedeno čtyřmi klimatizačními jednotkami v komfortním provedení, což jsou klasické kancelářské klimatizace, které se pro takový provoz nehodí. Zejména v letních měsících byl nárůst teploty uvnitř datového sálu enormní a hlavně docházelo k míchání studeného a teplého vzduchu, což ochlazování technologií značně snižovalo.

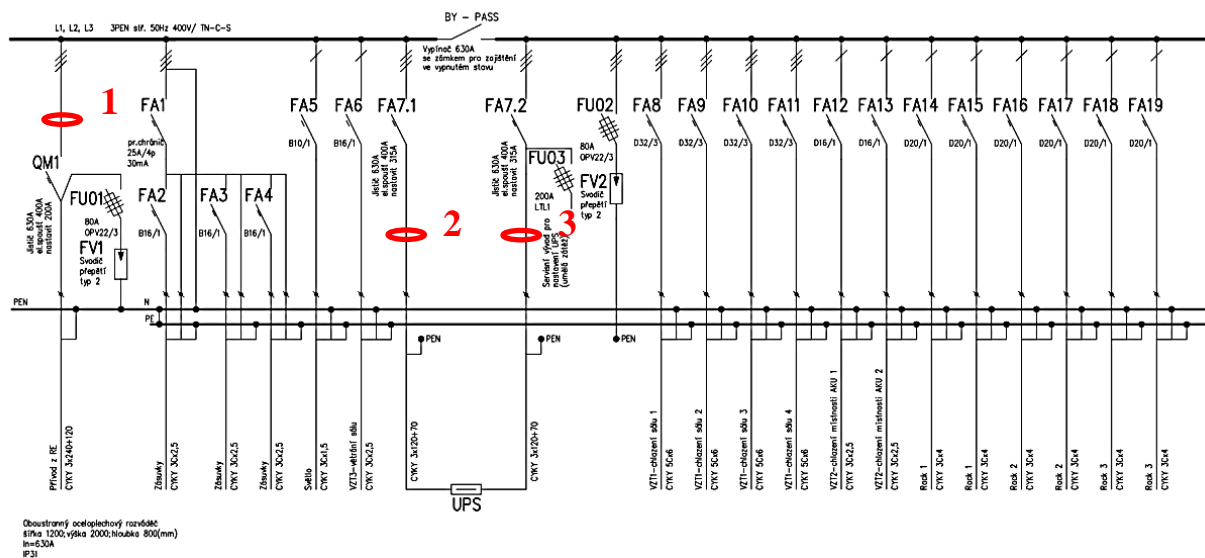
Druhým důvodem rekonstrukce byla nedostatečná doba zálohy napájení, která musela být navýšena a hlavně zkvalitněna. S celkovou rekonstrukcí proběhly i stavební úpravy datového sálu, které nejsou v bakalářské práci uvedeny.

Kompletní rekonstrukci provedla firma TECHNISERV IT, spol. s.r.o a to včetně celkového návrhu. S jejím svolením jsem mohl nahlédnout do technických zpráv rekonstrukce.

V následující kapitole bych chtěl zhodnotit záskokové napájení datového centra Správy informačních technologií města Plzně, zejména z pohledu použitého záložního zdroje v návaznosti na výpočtové zatížení, aktuální spotřebu datového centra a s tím související chlazení datového sálu.

Výpočtové zatížení

Výpočtové zatížení datového centra bylo stanoveno dle projektové dokumentace a požadavků investora. Bylo nutné zohlednit technologie, které jsou napájeny z rozvaděče běžné spotřeby a které z rozvaděče záskokového napájení UPS. Do rozvaděče záskokového napájení (označen R) jsou zapojeny všechny instalované racky, odvod ztrátového tepla (klimatizace) a stabilní hasicí zařízení GHZ. Všechny tyto technologie budou tedy v provozu i v případě výpadku napájení a je proto nutné pro ně stanovit tzv. výpočtové zatížení. Všechny technologie, které jsou připojeny za UPS, jsou jasně patrné z výkresu zapojení rozvaděče R.



Obr. 6 Výřez z výkresu zapojení rozvaděče R s naznačenými pozicemi, kde probíhalo měření. Celý výkres je v přílohách.

Instalované datové rozvaděče (racky) jsou ve čtyřech příkonových variantách Tab. 4, celkem jich je v datovém centru instalováno patnáct a je počítáno, že při plném vytížení datového centra budou v provozu všechny současně. U klimatizačních jednotek je potřeba zahrnout do výpočtu Součinitel náročnosti β , který respektuje současnost běžících klimatizačních jednotek s ohledem na redundanci.

$$\beta = \frac{ks \times kz}{\eta z \times \eta s}$$

Kde:

ks součinitel současnosti $ks = \frac{\sum PiS}{\sum Pi}$

- $\sum PiS$ - Skutečný současně běžící výkon.
- $\sum Pi$ - Instalovaný současně běžící výkon.

kz součinitel využití

- Uvažujeme koeficient 0,9.

ηz účinnost spotřebičů při daném využití

- Uvažujeme koeficient 0,95.

ηs účinnost napájecí soustavy od uvažovaného místa až ke spotřebičům

- Uvažujeme koeficient 0,95.

Uvažované koeficienty účinnosti jsou voleny s ohledem na krátkou vzdálenost napájecí soustavy od spotřebičů, kde nedochází prakticky k žádným ztrátám a standardní účinnost klimatizačních jednotek s asynchronním motorem. Součinitel náročnosti bude dle výše uvedeného:

$$k_s = \frac{\sum P_i S}{\sum P_i} = \frac{33,35}{48,58} = 0,748$$

$$\beta = \frac{k_s \times k_z}{\eta_z \times \eta_s} = \frac{0,748 \times 0,9}{0,95 \times 0,95} \cong 0,75$$

Celkový výkon P_p VZT:

$$P_p = \beta \times P_i = 0,75 \times 44,58 = 33,435 \text{ Kw}$$

Celkový výkon zálohované části pak bude součet P_p VZT a P_p Rack+ GHZ Tab. 4, tento je však nutné ještě přepočítat na hodnotu zdánlivého výkonu $S_p = \frac{P_p}{\cos\varphi}$ (kVA).

Tab. 4 Výpočtové zatížení všech spotřebičů v zálohované části datového centra. Tento stav počítá s variantou plného vytížení datových rozvaděčů

	Výkon (kW)	Stále aktivních	Redundance	Instalovaný výkon Pi (kW)	Současně běžící výkon PiS (kW)
VZT1	9,91	1	1	19,82	9,91
VZT1e (se zvlhčovačem)	11,06	2		22,12	22,12
VZT2	1,32	1	1	2,64	1,32
Celkem				44,58	33,35
				Součinitel současnosti Ks	0,750
				Celkem výkon Pp VZT (kW)	33,435

Rack1	5+3	3			24
Rack2	5	8			40
Rack3	2	1			2
Rack4	1	3			3
GHZ + výparníky	9,21	1			9,21
				Celkem výkon Pp Rack + GHZ (kW)	78,21

Celkem výkon zálohované části Pp (kW)	111,645
---------------------------------------	----------------

Z výpočtového zatížení zálohované části vyplývá, že zvolený záložní zdroj UPS Gamatronic MegaPower+ v konfiguraci se šesti moduly po 25 kVA, tedy s celkovým výkonem 150 kVA, **je zcela dostačující** a jedná se tedy o sestavu v redundanci N+1. Jeden z modulů je náhradní a v případě závady je výkon záložního zdroje 125 kVA. Je potřeba si uvědomit, že výpočtové zatížení bylo stanoveno pro plné vytížení datového centra, kterého datové centrum v současnosti ani zdaleka nedosahuje.



Obr. 7 Záložní zdroj UPS Gamatronic v konfiguraci se šesti moduly po 25kVA. Na obrázku je stav, kdy jeden z modulů je v reklamaci.

Popis záložního zdroje

Modulární záložní zdroj Gamatronic MegaPower+ je UPS s volitelným počtem modulů, které je možné připojovat a zvyšovat tím celkový výkon soustavy. Jedná se o typ On-line VFI- (Voltage and frequency independent)

V následující tabulce jsou uvedeny nejdůležitější štítkové hodnoty použitého záložního zdroje, celý nezkrácený technický list (Anglicky) je v přílohách bakalářské práce.

Technická specifikace UPS Gamatronic MegaPower +

Typ	MEGA V2 250
Topologie	On-line, Double-conversion, VFI

Vstup

Konstrukce	Modulární, paralelní
Napětí	3x400 V AC + N
Frekvence	47÷63 Hz
Cos φ	0,99
THDi	<5%

Výstup

Jmenovitý výkon	25kVA/25kW do 250kVA/250kW
Frekvence	50/60 Hz \pm 1%
Napětí	3x400 V AC + N
Účinnost AC - AC	96 % při plném zatížení

Akumulátory

Stejnoseměrné napětí	\pm 320 V DC do \pm 405 V DC
Množství	60 x 12 V

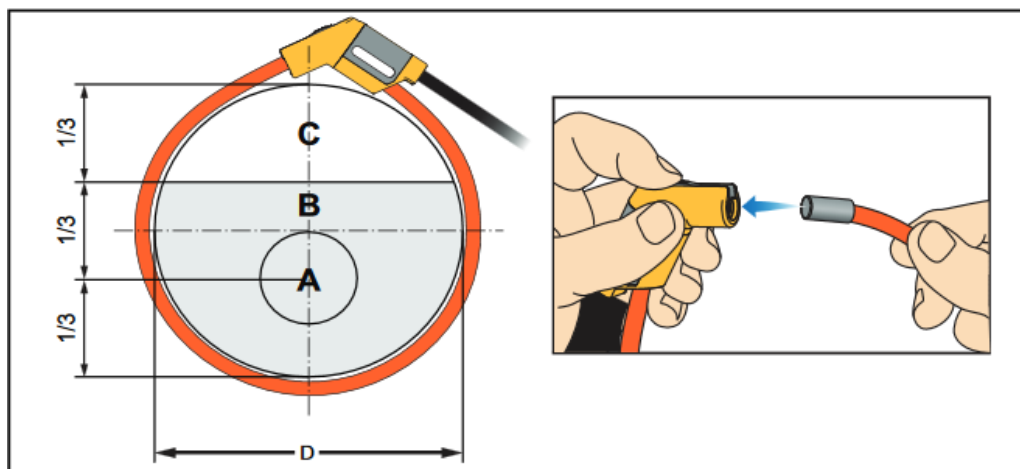
3.1 Měření skutečné spotřeby datového centra

Nové datové centrum SITmP je v provozu od roku 2013 a bylo výkonově dimenzováno na několik let dopředu. Pro zjištění předpokládané životnosti a doby zálohy na záložní akumulátory je potřeba zjistit aktuální vytížení, což bylo provedeno měřením na rozvodné skříni R, která odděluje napájení celého datového centra a části zapojené na UPS. Celkem byly provedeny tři měřicí pozice a tyto jsou naznačeny ve výkresu *Obr.6*. Na každé pozici bylo změřeno:

- Hodnoty napájení.
- Hodnoty výkonu

Měření probíhalo za plného provozu datového centra, bez možnosti jakkoliv omezit jeho funkčnost. Byl použit měřicí přístroj FLUKE 435 Power Quality Analyzer a AC proudové flexi sondy využívající princip Rogowského cívky. Tyto sondy se často využívají právě ve špatně přístupných místech. Vzhledem k tomu, že nebylo možné upevnit sondy vhodněji, musíme počítat s chybou měření, která může dosáhnout hodnoty

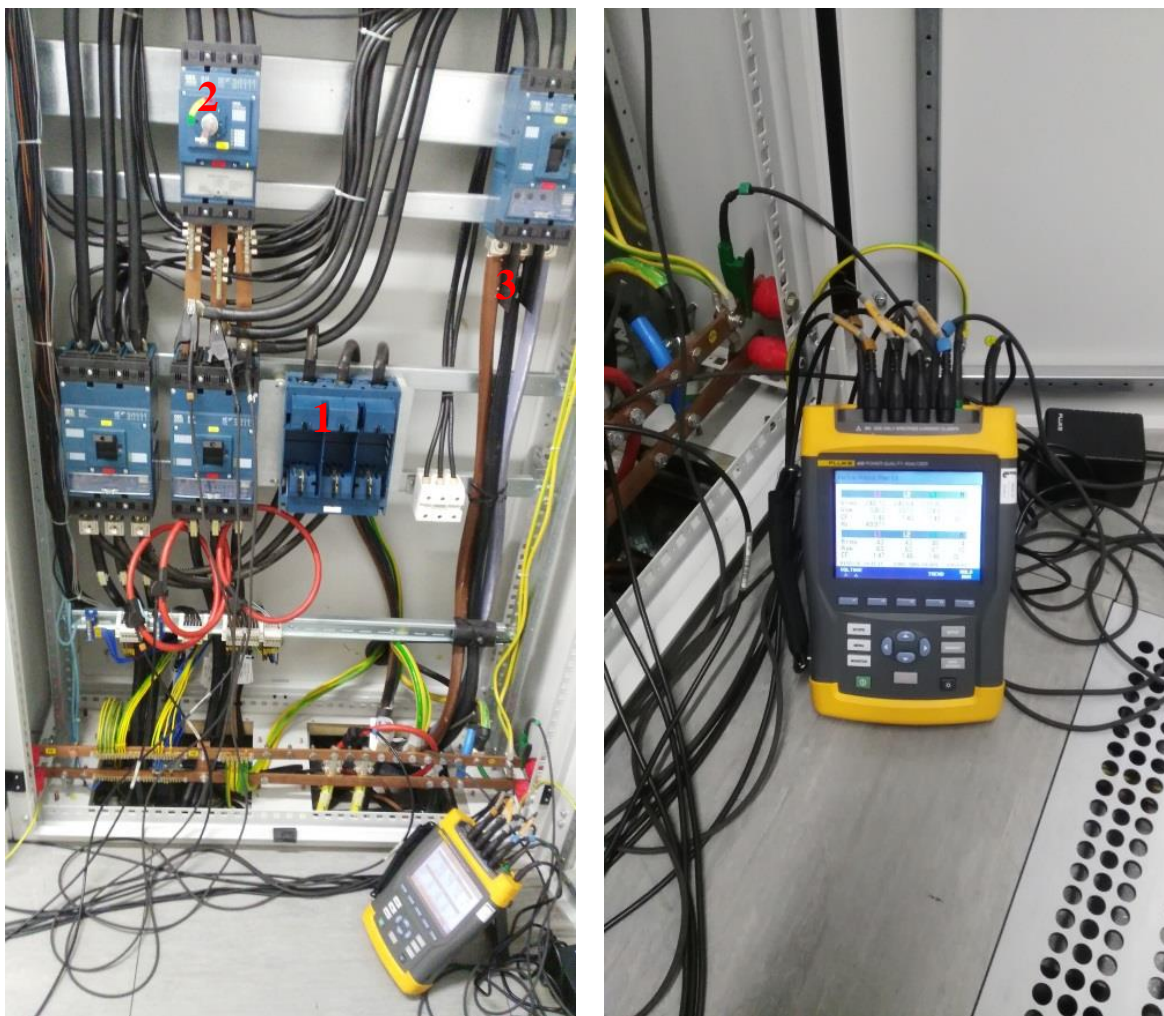
dle výrobce až 2%. Měřený vodič by měl být umístěn ideálně uprostřed sondy.



Obr. 8 Chyba měření dle umístění vodiče v sondě. [8]

- Zóna A $\pm 0,5 \%$ z hodnoty
- Zóna B $\pm 1 \%$ z hodnoty
- Zóna C $\pm 2 \%$ z hodnoty

Dle *Obr.9* je vidět, že nebylo možné čtyři proudové sondy umístit v rozvaděči na měřené kabely lépe. Omezení prostorem bylo značné. Konkrétně na *Obr.9* je měření na pozici č.2, před vstupem do UPS. Měřicí sondy se vždy zapojily na jednotlivé fáze a jedna sonda na nulový vodič.



Obr. 9 a) Měření v rozvaděči R, pohled na umístění proudových sond. b) Samotný měřicí přístroj FLUKE.

Na *Obr.9* jsou čísla označeny další dvě velmi důležité součásti rozvaděče R. Jedničkou je označen servisní vývod pro nastavení záložního zdroje, zde se připojuje náhradní zátěž (kryt je sejmutý). Číslem dvě je označen přepínač 630 A By-Passu, který se využije v případě závady na záložním zdroji a technologie pod zálohou se tak připojí přímo na napájecí síť. Trojkou je označen hlavní přívod do datového centra, na kterém byla také jedna z měřících pozic (pozice č.1).

Naměřené hodnoty

Jak již bylo řečeno, měření probíhalo za ztížených podmínek, kdy nebylo možné proudové sondy umístit ideálně. Dalším faktorem ovlivňujícím měření byl fakt, že motory klimatizačních jednotek se spouštějí v určitých cyklech a odběr proudu není zcela konstantní. Vždy se tedy počkalo na spuštění klimatizační jednotky a když se hodnota

proudu ustálila na maximální hodnotě, byla obrazovka měřícího přístroje uložena do paměti. Pro potřeby našeho měření, kdy bylo cílem zejména zjištění celkového odebíraného výkonu zálohované části, můžeme chybu sond zanedbat. Měření mělo zejména prokázat, na kolik procent je datové centrum v současné chvíli vytíženo a stanovit tak určitou prognózu jeho životnosti, kdy bude naplno využito z pohledu výkonové náročnosti.

Měřící pozice 1, na vstupu do datového centra.

Volts/Amps/Hertz				
	L1	L2	L3	N
V _{rms}	240.73	240.64	239.96	0.03
V _{pk}	336.3	337.0	334.9	0.1
CF	1.40	1.40	1.40	OL
Hz	49.971			
	L1	L2	L3	N
A _{rms}	43	43	46	4
A _{pk}	63	63	67	10
CF	1.47	1.46	1.46	OL
04/05/16 14:12:11 230V 50Hz 3Ø WYE EN50160				
VOLTAGE		TREND		HOLD RUN

Obr. 10 Hodnoty napětí a proudu na fázích přívodu do datového centra.

Power & Energy				
	L1	L2	L3	Total
kW	10.5	10.6	11.1	32.3
kVA	10.6	10.6	11.2	32.4
kVAr	÷ 0.8	÷ 1.0	÷ 1.0	÷ 2.8
PF	1.00	1.00	1.00	1.00
Cosφ	1.00	1.00	1.00	
A _{rms}	44	44	47	
	L1	L2	L3	
V _{rms}	240.28	240.77	239.68	
04/05/16 14:19:29 230V 50Hz 3Ø WYE EN50160				
VOLTAGE		ENERGY	TREND	HOLD RUN

Obr. 11 Hodnoty výkonů celého datového centra, včetně nezálohovaných částí.

Měřicí pozice 2, na vstupu do UPS

Volts/Amps/Hertz				
	L1	L2	L3	N
U _{rms}	239.57	240.24	238.69	0.04
U _{pk}	334.3	336.1	333.1	0.1
CF	1.40	1.40	1.40	OL
Hz	49.893			
A _{rms}	42	45	43	11
A _{pk}	69	80	72	23
CF	1.62	1.79	1.67	OL
04/05/16 14:28:52 230V 50Hz 3Ø WYE EN50160				
VOLTAGE			TREND	HOLD RUN

Obr. 12 Hodnoty napětí a proudu na fázích přívodu do UPS, tzn. pouze zálohovaná část.

Power & Energy				
	L1	L2	L3	Total
kW	10.4	10.5	10.6	31.5
kVA	10.5	10.5	10.6	31.6
kVAR	± 0.8	± 1.0	± 0.9	± 2.7
PF	1.00	1.00	1.00	1.00
Cosφ	1.00	1.00	1.00	
A _{rms}	44	44	44	
U _{rms}	239.59	240.40	238.98	
04/05/16 14:29:19 230V 50Hz 3Ø WYE EN50160				
VOLTAGE		ENERGY	TREND	HOLD RUN

Obr. 13 Hodnoty napětí a proudu na fázích přívodu do UPS, tzn. pouze zálohovaná část.

Z naměřených hodnot na pozici č.2, před vstupem do UPS, je velmi důležitý rozdíl mezi zdánlivým výkonem zálohované a nezálohované části (pozice č.1) datového centra (NON-IT). Z výše uvedeného vyplývá, že rozdíl výkonů je 800 VA, což přibližně odpovídá spotřebě nezálohované části, která tvoří pouze osvětlení, zásuvkové okruhy a větrání sálu VZT3. V době měření byla většina zásuvek nepoužita, VZT3 nebylo v provozu. Veškerý provoz datového centra je proto pod zálohou UPS, což není zcela běžné a zcela jistě to klade značné nároky na záložní zdroj UPS.

Měřicí pozice 3, na výstupu z UPS

Volts/Amps/Hertz				
	L1	L2	L3	N
V _{rms}	236.58	236.73	236.51	0.04
V _{pk}	340.4	340.4	340.9	0.1
CF	1.44	1.44	1.44	OL
Hz	49.981			
A _{rms}	39	38	43	4
A _{pk}	74	72	78	10
CF	1.90	OL	1.83	OL
04/05/16 14:34:54 230V 50Hz 3Ø WYE EN50160				
VOLTAGE		TREND		HOLD RUN

Obr. 14 Hodnoty napětí a proudu na fázích za UPS.

Power & Energy				
	L1	L2	L3	Total
kW	9.1	8.9	10.1	28.1
kVA	9.2	9.0	10.2	28.5
kVAR	1.4	1.5	1.4	1.5
PF	0.99	0.99	0.99	0.99
Cosφ	1.00	1.00	1.00	
A _{rms}	39	38	43	
V _{rms}	235.47	235.83	236.26	
04/05/16 14:37:07 230V 50Hz 3Ø WYE EN50160				
VOLTAGE		ENERGY	TREND	HOLD RUN

Obr. 15 Hodnoty výkonů na výstupu z UPS.

Z naměřených hodnot na pozici č. 3 za UPS je zřejmý rozdíl výkonu, oproti pozici před UPS (pozice č.2), který činí 3,1 kVA (10 %). Dochází tedy k určitým ztrátám, které jsou způsobeny účinností daného záložního zdroje, která je tedy dle naměřených hodnot 90 %. Technické specifikace záložního zdroje uvádí účinnost 96 %, ale při plném zatížení, což v našem případě neplatí a účinnost je snižena.

Z Obr.15 je také patrné, že charakter zátěže se na jednotlivých fázích neustále mění, což způsobuje rozdílnost charakteru zátěže jednotlivých technologií. Motory klimatizace jsou induktivního charakteru a naopak IT technologie jsou kapacitního charakteru. U IT technologií je také potřeba zmínit přítomnost PFC filtrů, které vylepšují účinník. Celkový účinník zátěže je tedy roven jedné.

3.2 Předpokládaná doba zálohy napájení

Datové centrum je v současné chvíli vytížené na 28,5 kVA, což jsme dokázali měřením (pozice č.3). Chybu měření zanedbáme, protože se jedná pouze o předpokládanou dobu zálohy, která se bude pohybovat v řádech hodin a celkovou dobu ovlivní minimálně.

Na *Obr.17* je také naznačena pozice měření č. 3. Pro výpočet předpokládané doby zálohy je potřeba vlastnit tzv. Datasheet k použitým akumulátorům. Dle štítku na použitých akumulátorech Banner SBV 12-150 se datasheet nepodařilo dohledat, protože dle vyjádření firmy Banner se ve skutečnosti jedná o akumulátory firmy Haze s označením HZB 12-150 (prohlášení firmy Banner v přílohách). Skutečný datasheet příkládám také v přílohách.

Celkem je v akumulátorovně zapojeno sérioparalelně 2*60 akumulátorů a akumulátorovna je fyzicky oddělena od datového centra. Je zde udržována konstantní teplota 20°C, což je teplota doporučená výrobcem akumulátorů, firmou Haze. Zapojením akumulátorů dle schématu *Obr.17* dostáváme celkové hodnoty 720 V DC a 300 Ah.

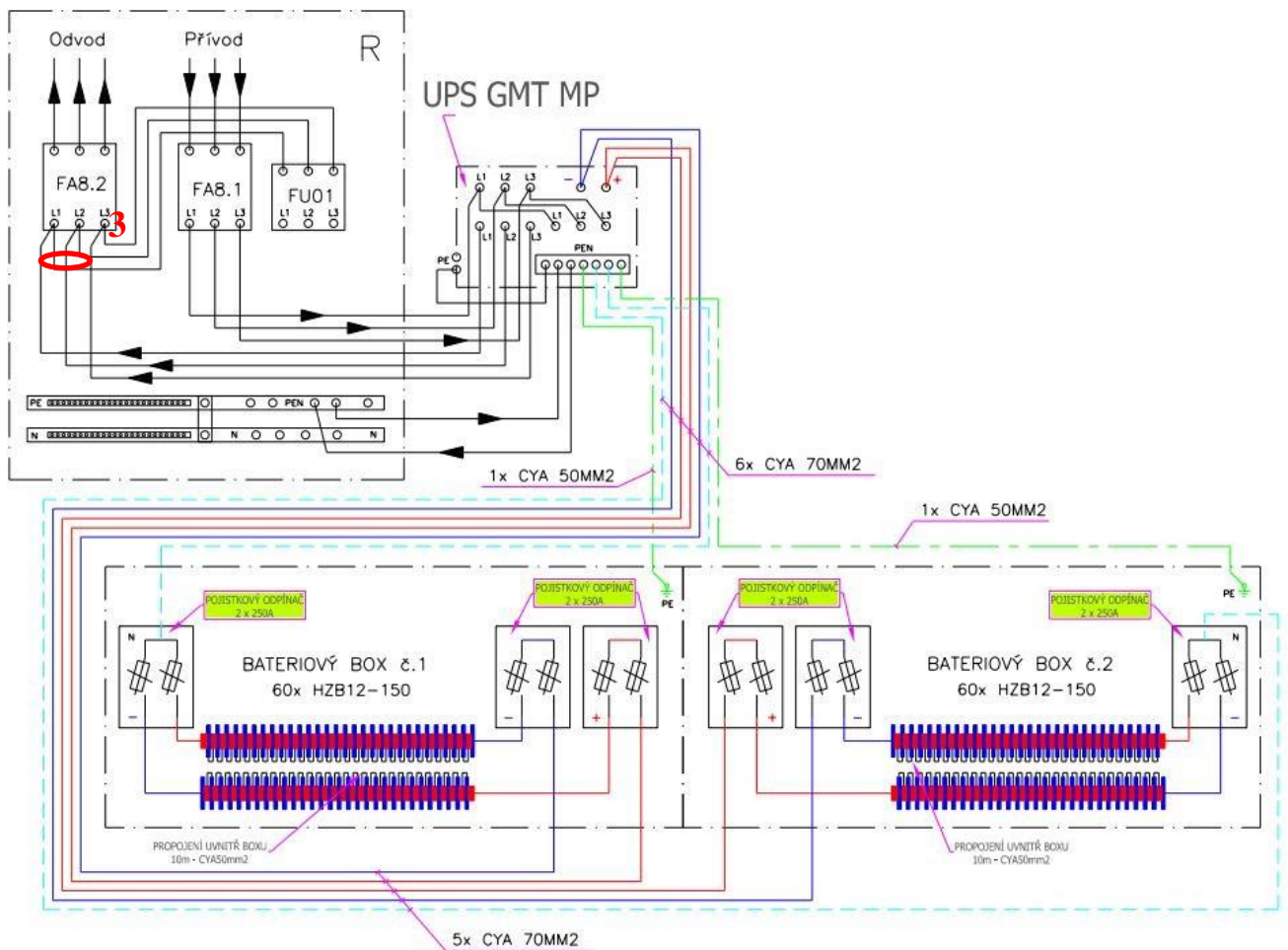
Počet akumulátorů je dán výrobcem záložního zdroje a je uveden v Technických specifikacích. Zde je uvedena hodnota 60*12 V. Zdvojnásobením počtu akumulátorů a jejich paralelním zapojením je navýšena kapacita Ah a hlavně zajištěna redundance. Akumulátory v každém boxu jsou zapojeny sériově, což může mít, v případě poruchy na spojení mezi akumulátory, za následek výpadek celého boxu. Paralelním zapojením akumulátorových boxů také dosáhneme snížení vybíjecího proudu na polovinu, čímž se prodlouží doba zálohy celé soustavy.

Hodnoty použitých akumulátorů:

- | | |
|-------------------------|------------|
| • Výrobce | Haze |
| • Typ akumulátoru | HZB 12-150 |
| • Počet článků | 6 |
| • Napětí článku | 1,7 V |
| • Teplota 100% kapacity | 20 °C |



Obr. 16 a) Štítek použitého akumulátoru. b) Náhled na jeden z akumulátorových boxů. c) Pohled do akumulátorovny



Obr. 17 Schéma zapojení akumulátorů. UPS GMT MP je zkratka Gamatronic MegaPower+

Výpočet doby zálohy

$$I_{vyb} = \frac{S_a}{U_{\check{c}} + \check{c} + K_s}$$

Kde:

I_{vyb}	Vybíjecí proud
S_a	Aktuální zatížení (odebíraný zdánlivý výkon)
$U_{\check{c}}$	Napětí článku akumulátoru
\check{c}	Počet článků akumulátoru
K_s	Počet akumulátorů celkem

$$I_{vyb} = \frac{S_a}{U_{\check{c}} \times \check{c} \times K_s} = \frac{28500}{1,7 \times 6 \times 60} = 46,6 \text{ A}$$

Baterie jsou zapojeny paralelně ve dvou nezávislých boxech, proto hodnotu dělíme dvěma.

$$\frac{46,6}{2} = 23,3 \text{ A}$$

Vybíjecí proud bude 23,3 A, což dosadíme do tabulky vybíjecích proudů na datasheetu Obr.18.

Model	End of Discharge Voltage = 1.70										DISCHARGE CURRENT in A										20 - 25 °C	
	5'	10'	15'	20'	25'	30'	35'	40'	45'	1 hr	90'	2 hr	3 hr	4 hr	5 hr	6 hr	7 hr	8 hr	10 hr	12 hr	20 hr	
HZB12-18	65.3	44.1	33.6	27.7	24.0	21.1	18.7	16.8	15.2	11.9	8.51	6.79	4.93	3.87	3.19	2.71	2.36	2.09	1.71	1.44	0.91	
HZB12-26	111	68.8	51.2	41.5	35.2	30.9	27.7	25.1	23.0	18.4	13.5	10.7	7.74	6.15	5.21	4.51	3.98	3.51	2.84	2.38	1.47	
HZB12-28	121	75.4	57.6	47.2	40.5	35.8	31.8	28.6	26.1	20.7	15.0	11.7	8.43	6.67	5.54	4.74	4.16	3.71	3.06	2.59	1.61	
HZB12-33	153	94.8	70.9	57.0	48.4	42.5	38.1	34.1	31.1	25.0	17.7	14.0	10.0	7.95	6.55	5.59	4.88	4.33	3.55	3.03	1.94	
HZB12-44	188	121	91.0	74.2	63.1	55.6	49.6	44.6	39.1	31.1	22.5	17.8	12.9	10.2	8.52	7.31	6.42	5.70	4.68	3.95	2.43	
HZB12-55	208	136	108	89.6	75.7	66.7	59.6	53.6	49.6	39.9	29.3	23.1	16.5	13.0	10.8	9.25	8.06	7.17	5.89	4.99	3.04	
HZB12-70J	245	166	128	105	88.8	78.8	70.8	64.8	59.7	47.5	34.3	27.2	19.9	15.9	13.2	11.4	9.99	8.93	7.37	6.24	3.88	
HZB12-70	227	177	141	116	98.4	86.4	76.4	68.4	65.3	52.6	38.6	30.9	22.4	18.0	15.0	12.9	11.4	10.2	8.36	7.11	4.51	
HZB12-80	271	187	155	132	117	104	93.4	84.9	77.7	61.3	43.9	34.5	24.9	19.7	16.4	14.1	12.4	11.1	9.05	7.62	4.66	
HZB12-100	362	243	194	163	141	124	111	99.6	90.9	72.6	52.5	41.7	30.3	24.0	20.1	17.3	15.1	13.4	11.0	9.30	5.79	
HZB12-110	377	259	210	176	152	133	119	108	98.1	78.3	57.0	45.6	33.3	26.5	22.0	18.7	16.3	14.5	11.9	10.1	6.28	
HZB12-120	381	265	220	185	159	141	127	115	105	83.9	61.0	48.7	35.7	28.6	23.6	20.3	17.8	15.8	12.9	11.0	6.91	
HZB12-135	389	305	263	225	198	176	158	144	132	107	78.8	62.8	44.8	35.2	29.0	24.9	21.8	19.4	16.0	13.7	8.63	
HZB12-150	408	289	245	218	195	177	161	147	136	110	80.3	63.3	45.5	35.8	29.6	24.9	21.5	19.0	15.4	13.0	8.18	
HZB12-160	415	296	250	225	205	187	168	153	141	114	84.2	67.0	49.5	39.9	33.2	28.5	24.8	22.1	18.2	15.4	9.61	
HZB12-200	491	386	324	282	249	225	205	188	172	140	104	83.8	61.2	48.4	40.5	34.7	30.6	27.3	22.6	19.2	12.0	
HZB12-230	486	382	347	310	284	259	239	222	205	167	124	98.3	70.5	55.3	45.4	38.7	33.9	30.2	24.9	21.2	13.4	
HZB6-110	371	255	207	173	150	131	118	106	97.6	78.6	56.5	44.9	32.8	26.1	21.7	18.6	16.3	14.5	11.9	10.1	6.28	
HZB6-125	398	277	230	193	168	149	133	121	111	89.4	64.5	50.9	37.0	29.6	24.5	21.0	18.4	16.3	13.4	11.4	7.08	
HZB6-160	462	352	282	238	208	185	166	152	140	112	82.8	67.0	49.9	40.6	34.0	29.3	25.8	22.9	19.0	16.2	10.4	
HZB6-200	491	374	323	282	258	239	218	199	183	146	107	85.3	62.4	50.0	41.9	35.9	31.5	28.1	23.2	19.7	12.4	

Obr. 18 Tabulka závislosti vybíjecích proudů na čase, která je k dohledání na datasheetu akumulátoru.

Aproximací dostaneme přibližnou dobu zálohy, což je **6 hodin a 30min**. Takže datové centrum je v současné chvíli (zatížení) schopno pracovat více jak šest hodin na záložní akumulátory.

Posouzení životnosti datového centra

Životnost datového centra lze hodnotit dle aspektů, které si shrneme v několika bodech.

- Výkon UPS
- Celkový příkon data centra
- Prostorové možnosti data centra
- Technická životnost technologií

Zaměření této bakalářské práce je zejména na záskokové napájení datového centra a celkový výkon. Proto se v rámci této kapitoly budeme zabývat posouzením životnosti datového centra pouze z pohledu výkonu záložního zdroje a výkonové obsazenosti datových rozvaděčů. Technická životnost technologií (čímž jsou myšleny servery, disková pole atd.) nespádají do rámce této bakalářské práce.

Dle vyjádření obsluhy data centra je nárůst zatížení (technologií) cca 5 kW za rok. V datovém centru je rozmístěno celkem 15 datových rozvaděčů o celkovém výkonu 69 kW. V současné chvíli je využito cca 20 kW (zbytek 8,1 kW z celkového naměřeného výkonu spadá na chlazení a ostatní technologie). Dle této logiky by mělo být datové centrum naplno vytíženo za cca 10 let, čímž se samozřejmě zvýší i tepelné zatížení a stoupne odběr klimatizačních jednotek na vypočítaných 33,4 kW.

Zde nastává jeden z vážných problémů, který s sebou tato rekonstrukce datového centra nese. Vzhledem k tomu, že je datové centrum umístěno v jedné z budov historického jádra města Plzně, tak jsou jeho prostorové možnosti značně omezené a již nyní je datový sál zcela zaplněn. Není proto možné jakkoli ho pozičně rozšířit. Ideálním stavem by samozřejmě bylo vybudovat zcela nové datové centrum na periferii města, včetně velkého datového sálu, kde je optická trasa dovedena. Tohle řešení je bohužel, pro organizaci spravovanou městem, z ekonomického hlediska zcela neúnosné.

3.3 Chlazení datového centra SITmP

Pro odvod tepelné zátěže od technologie z datového centra je využito vnitřních mezirackových jednotek od výrobce EMERSON Obr.19 které využívají principu přímého odparu kapalného chladiva a jeho zpětnou kondenzaci ve vzduchem chlazeném

kondenzátoru, který je umístěn na dvoře datového centra. Celkem jsou použity čtyři jednotky v redundanci N+1, takže v provozu jsou pouze tři a jedna jednotka je jako záložní. Dvě jednotky jsou se zvlhčovačem vzduchu (VZT1e) a dvě bez zvlhčovače (VZT1, jedna jednotka je redundance). Tyto jsou propojeny LAN (datový kabel) a střídají se v pravidelných intervalech, v případě poruchy jedné klimatizační jednotky automaticky naskočí záložní. Jednotky EMERSON jsou napájeny 3x400 V o příkonu 9,91 a 11,06 kW. Použitá klimatizační zařízení nasávají zadní částí teplý vzduch a ochlazený jej distribuují do prostoru studené uličky, která je vybudována z polykarbonátových desek zasazených do kovového rámu.



Obr. 19 a) Meziracková jednotka EMERSON. b) Pohled do studené uličky. c) Vstup do studené uličky přes posuvné dveře.

Venkovní jednotky (kondenzátory) jsou od výrobce Güntner *Obr.20* a jsou napájeny 230 V, příkon jedné jednotky je 0,37 kW (výparníky). Jedná se tedy o technologii FreeCooling. Nespornou výhodou tohoto chladicího systému je možnost regulace podle aktuální tepelné zátěže. Teplota ve studené uličce je udržována na konstantních 26°C, což je přesně dle posledních trendů, které jsou pro chlazení datových sálů publikovány.



Obr. 20 Venkovní kondenzátorové jednotky Güntner

Při rekonstrukci datového centra došlo k fyzickému oddělení akumulátorovny od zbytku sálu. Vzhledem k potřebám použitých akumulátorů a zejména jejich pracovní teplotě je potřeba tento prostor chladit samostatně.

Pro klimatizaci akumulátorovny jsou použity dvě sestavy Panasonic systému split s přímým odparem chladiva. Pracovní režim je ve formátu 1+1, tzn. jedna klimatizační jednotka je provozní a druhá záložní.

3.4 Zhodnocení rekonstrukce datového centra SITmP

Výsledkem zhodnocení je, že není zcela obvyklé, aby se do elektricky zálohované části zahrnovala i klimatizační jednotka, která může v některých datových centrech být výkonově v poměru 1:1 k ostatním technologiím, což navyšuje požadavky na soustavu záložního zdroje, včetně akumulátorů. Proto se využívají dieselagregáty, které při výpadku dokážou okamžitě převzít roli napájení datového centra, včetně klimatizačních jednotek, kterým chvilkový výpadek napájení nevádí, a proto je lze umístit mimo zálohovanou část.

Datové centrum SITmP disponuje pouze mobilním dieselagregátem, který je potřeba k datovému centru nejdříve dopravit a zprovoznit, což trvá řádově desítky minut. Tak dlouhý výpadek klimatizačních jednotek by samozřejmě způsobil přehřátí datového centra, a proto jsou jednotky také na zálohované části. Z výše uvedeného máme důvod se domnívat, že proudové špičky, které jsou vždy při spuštění motorů klimatizace, mohou způsobovat časté závady na jednotlivých modulech záložního zdroje.

Řešením by bylo použití statického diesel agregátu, čímž by se klimatizační jednotky

mohly přesunout mimo část, která je zálohována pomocí UPS a hlavně by odpadla procedura složité dopravy a zapojení mobilního agregátu. Bohužel tohle řešení není prakticky možné, protože datové centrum je umístěno v prostoru historických budov okolo náměstí Republiky, což má za následek vysoké nároky na hluk a prostorové uspořádání.

Dnes se dají vyrobit i tzv. Silent diesel generátory, které splňují přísné hlukové normy, tak hlavním problémem zůstává doprava agregátu do objektu a jeho umístění. Bylo zjištěno, že jediným možným řešením je agregát spustit do objektu dvora pomocí helikoptéry, což je finančně neúnosné.

Z pohledu životnosti datového centra, je zde určujícím faktorem zejména prostorové omezení, nové datové rozvaděče se do sálu nevejdou. Zde opět narážíme na celkové umístění datového centra, které není vhodně zvoleno s ohledem na lokalitu a přístupnost, s čímž souvisí i již zmíněná lokální absence diesel agregátu. Ideálním řešením by bylo datové centrum vybudovat zcela znovu na periferii města a diesel agregát umístit přímo vedle budovy. Hlavně by se však navrhla dostatečná podlahová plocha pro technologie, která by mohla být postupně zaplňována dle potřeby.

Pro chlazení datového centra byla zvolena technologie FreeColing, která je samozřejmě finančně náročnější, než konvenční klimatizační jednotky, ale návratnost investice je zřejmá z úspory za elektrickou energii. Navíc se jedná o zcela novou technologii, která předpokládanou životnost datového centra jen podtrhne.

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo shrnutí základních parametrů, které je potřeba zohlednit při budování, nebo rekonstrukci datového centra.

Obecné parametry, které jsou popsány v první části bakalářské práce, pak byly porovnány s konkrétní rekonstrukcí datového centra firmy Správy informačních technologií města Plzně, která je příspěvkovou organizací města Plzně a datové centrum je proto využíváno zejména veškerými organizacemi spravovanými městem (Základní školy, Magistrát města Plzně a jiné). Hlavním parametrem, na který je práce zaměřena, je záskokové napájení (UPS) datového centra a to z pohledu zvoleného záložního zdroje a předpokládané doby zálohy s použitým typem akumulátorů.

Bylo také provedeno posouzení rekonstrukce datového centra, které má za účel vyhodnotit zvolená řešení a případně doporučit jiný postup. V našem případě je však ekonomická stránka věci natolik určující, že zvolené řešení se nakonec jeví, jako dostačující, ale není samozřejmě ideální. U komerčních subjektů by se zcela jistě postupovalo odlišně.

Citace

- [1] Datová centra současnosti [online]. Vydáno: 2013. [Cit. 27.5.2016] Dostupné z: <http://www.businessit.cz/ebooks/datacentra2013.pdf>
- [2] Efektivní datová centra [online]. Vydáno: 2014. [Cit. 27.5.2016] Dostupné z: <http://www.businessit.cz/ebooks/datacentra14.pdf>
- [3] Jak správně vybrat UPS [online]. Vydáno: září 2009. [Cit. 27.5.2016] Dostupné z: pqlit.eaton.com
- [4] Záložní zdroj energie UPS [online]. Vydáno: 2009. [Cit. 27.5.2016] Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=16360
- [5] Konstrukce akumulátoru-FRONIUS [online]. [Cit. 27.5.2016] Dostupné z: http://www.fronius.com/cps/rde/xchg/SID-215C5B9C-EB97E459/fronius_ceska_republika/hs.xsl/28_8172.htm#.V0f-TuT_Eqd
- [6] Freecooling pro chlazení kapalin [online]. Vydáno: 20.5.2015. [Cit. 27.5.2016] Dostupné z: <http://www.energoekonom.cz/magazin-freecooling-pro-chlazení-kapalin-detail-1495>
- [7] DOOR FAN TEST [online]. Vydáno: 2013. [Cit. 27.5.2016] Dostupné z: <http://atelier-dek.cz/door-fan-test-%E2%80%93-prostorova-zkouska-tesnosti-pro-zajistení-ucinnosti-plynoveho-stabilního-hasicího-za>
- [8] FLUKE manuals i430flex [online]. Vydáno: duben 2006. [Cit. 27.5.2016] Dostupné z: <http://www.fluke.com/Fluke/czcs/Support/Manuals/default.htm?ProductId=56305>

Přílohy

Příloha č.1 Prohlášení firmy Banner Baterie ČR. s.r.o. o typu akumulátorů.

Příloha č.2 Výkres rozvaděče R.

Příloha č.3 Datasheet k akumulátoru HZB 12-150.

Příloha č.1

1. 16.

**Banner Baterie ČR, s.r.o.**

Přátelství 1011

104 00 Praha-Uhřetěves

IČ: 485 39 953

DIČ: CZ485 39 953

Obchodní rejstřík – Městský soud Praha: C/19517

Tel.: 267 090 510

FAX: 267 090 522

E-mail: office.bczp@bannerbatteries.comwww.bannerbatteries.com**Prohlášení společnosti Banner Baterie ČR, s.r.o.**

Prohlašujeme tímto, že baterie typu **SBV** (obchodní označení „ Banner „) , které jsou v prodejním programu naší společnosti , jsou baterie od výrobce **HAZE** .

Konkrétně u baterie SBV 12-150 se jedná o baterii HZB 12-150.

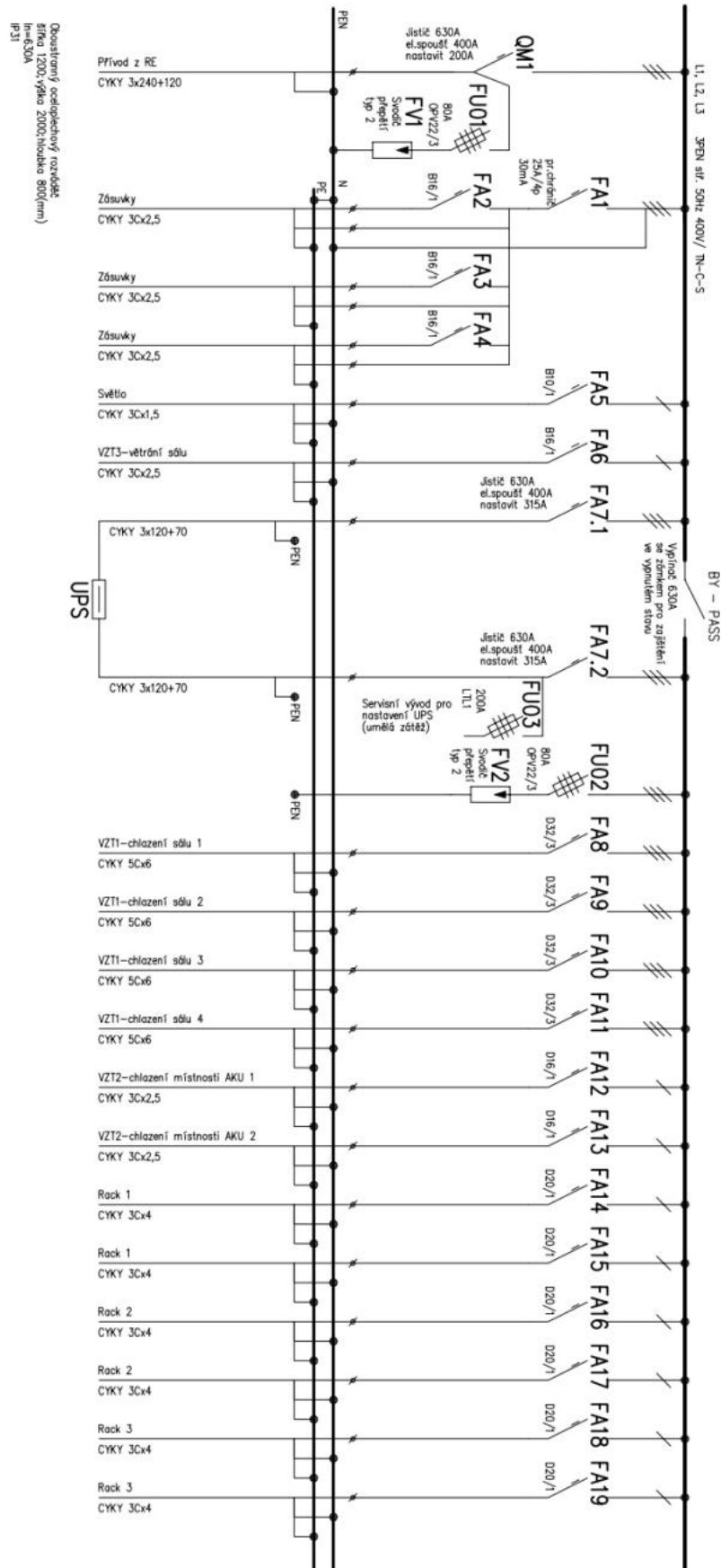
Dále pak potvrzujeme, že jsou baterie typu **SBV** zařazeny do kategorie dle **EuroBat**. Jedná o baterie kategorie „High Performance s návrhovou životností 10 let „ Doloženo v prospektu a technických datech.

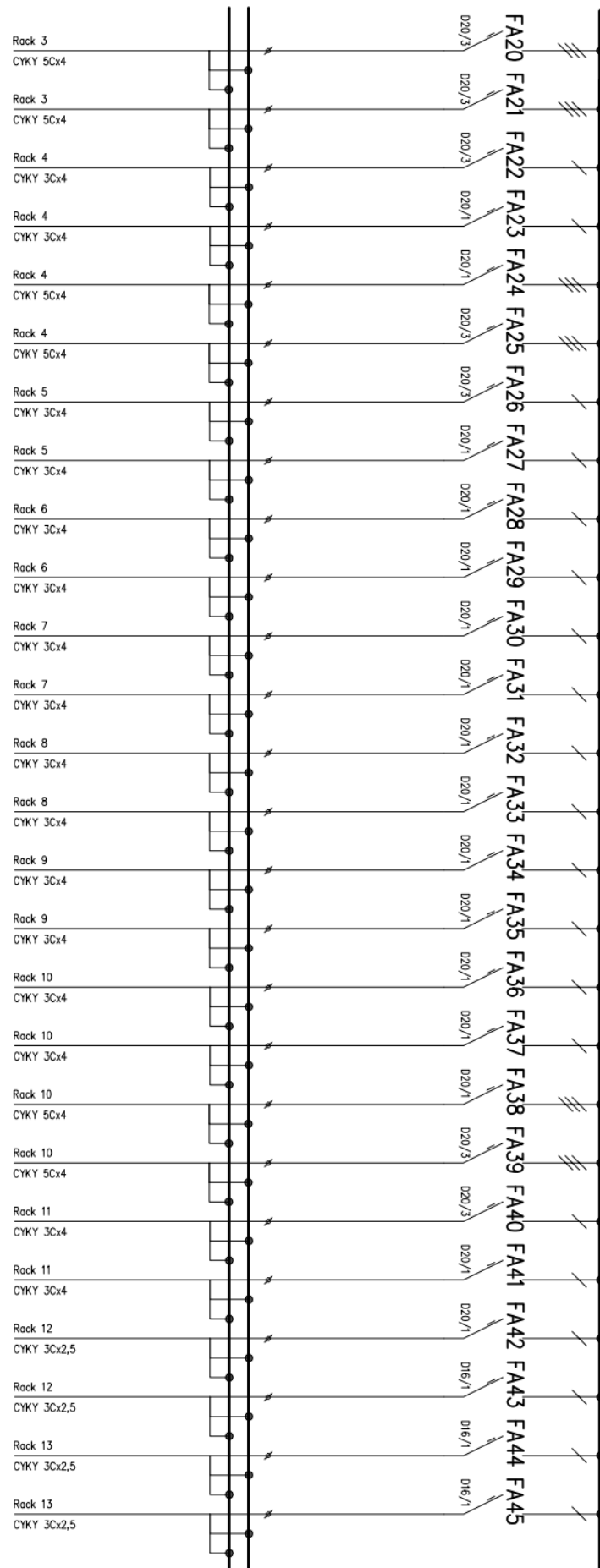
Dne 21.01.2014

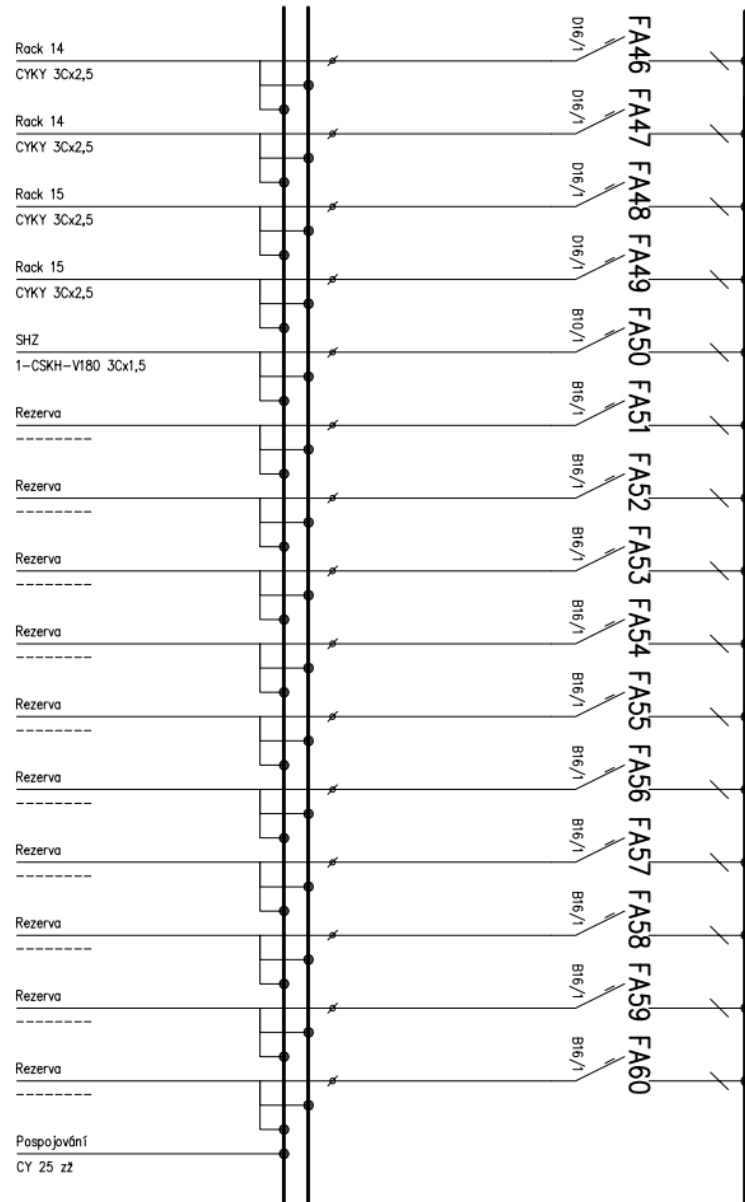
Banner Baterie ČR, s.r.o.

Banner Baterie
Přátelství 1011
104 00 Praha 10 - Uhřetěves
(10)

Příloha č.2







Příloha č.3



HZB12-150

HZB12-150 Valve Regulated Lead Acid battery.
 12 year design life for stand by power applications.
 12 Volts 150 Ah

Innovative Features

- Completely maintenance free, sealed construction eliminates the need for watering
- Fully tank formed plates
- Analytical Grade electrolyte
- Spill proof / leak proof
- Valve regulated Max internal pressure 2.5 psi
- Multi-position usage
- ABS Case and cover - V0 on request
- Low self discharge
- FAA and IATA approved as non-hazardous
- Built to comply with IEC 896-2, DIN 43534, BS 6290 Pt4, Eurobat.



Specifications

Nominal Voltage	12 Volts
Nominal Capacity	150Ah (C20 @ 20 °C)
Design Life	12 Years
Operating Temperature	-20 °C to 50 °C
Grid alloy	Calcium / Tin lead alloy
Plates	Flat Pasted
Separator	Absorbant Glass Mat
Active material	Very high purity lead
Case and cover	ABS (VO on request)
Charge Voltage	Float 2.25 - 2.30 VPC @25 °C Cycling 2.35 @25 °C Max. 2.4 VPC Max ripple 0.05C (A)
Electrolyte	Sulphuric acid Analytical grade purity
Venting Valve	EPDM Rubber 1.5 to 2 psi (10.5 - 14 KPa) release pressure. Resealing at 1 psi (7 KPa)
Terminal	Insert 12mm Dia M5 thread. Epoxy sealed by extended mechanical paths
Torque setting	The recommended torque value for all types is 5-7 Nm
Cables	Connectors, cables, terminal covers on request.

Sealed Lead Acid 12 Volt Bloc AGM Range
 PRODUCT SHEET HZB12-150



Haze Battery Company keenly encourages environmental awareness; PLEASE follow guidelines for the recycling /disposal of lead.

Website: www.hazebattery.com
 E mail : sales@hazebattery.com

12V
AGM

End of Discharge Voltage = 1.70											DISCHARGE CURRENT in A								20 - 25 °C		
Model	5'	10'	15'	20'	25'	30'	35'	40'	45'	1 hr	90'	2 hr	3 hr	4 hr	5 hr	6 hr	7 hr	8 hr	10 hr	12 hr	20 hr
HZB12-18	65.3	44.1	33.6	27.7	24.0	21.1	18.7	16.8	15.2	11.9	8.51	6.79	4.93	3.87	3.19	2.71	2.36	2.09	1.71	1.44	0.91
HZB12-26	111	68.8	51.2	41.5	35.2	30.9	27.7	25.1	23.0	18.4	13.5	10.7	7.74	6.15	5.21	4.51	3.98	3.51	2.84	2.38	1.47
HZB12-28	121	75.4	57.6	47.2	40.5	35.6	31.8	28.6	26.1	20.7	15.0	11.7	8.43	6.67	5.54	4.74	4.16	3.71	3.06	2.59	1.61
HZB12-33	153	94.8	70.9	57.0	48.9	42.5	37.7	33.8	31.1	25.0	17.7	14.0	10.0	7.95	6.55	5.59	4.88	4.33	3.55	3.03	1.94
HZB12-44	188	121	91.0	74.2	62.6	54.2	47.9	43.0	39.1	31.1	22.5	17.8	12.9	10.2	8.52	7.31	6.42	5.70	4.68	3.95	2.43
HZB12-55	208	136	108	89.6	76.5	66.8	59.6	54.1	49.6	39.9	29.3	23.1	16.5	13.0	10.8	9.25	8.06	7.17	5.89	4.99	3.04
HZB12-70J	245	166	128	105	89.7	79.3	71.6	65.0	59.7	47.5	34.3	27.2	19.9	15.9	13.2	11.4	9.99	8.93	7.37	6.24	3.88
HZB12-70	227	177	141	116	99.1	87.1	78.1	71.3	65.3	52.6	38.6	30.9	22.4	18.0	15.0	12.9	11.4	10.2	8.36	7.11	4.51
HZB12-80	271	187	155	132	117	104	93.4	84.9	77.7	61.3	43.9	34.5	24.9	19.7	16.4	14.1	12.4	11.1	9.05	7.62	4.66
HZB12-100	362	243	194	163	141	124	111	99.6	90.9	72.6	52.5	41.7	30.3	24.0	20.1	17.3	15.1	13.4	11.0	9.30	5.79
HZB12-110	377	259	210	176	152	133	119	108	98.1	78.3	57.0	45.6	33.3	26.5	22.0	18.7	16.3	14.5	11.9	10.1	6.28
HZB12-120	381	265	220	185	159	141	127	115	105	83.9	61.0	48.7	35.7	28.6	23.6	20.3	17.8	15.8	12.9	11.0	6.91
HZB12-135	389	305	263	225	198	176	158	144	132	107	78.8	62.8	44.8	35.2	29.0	24.9	21.8	19.4	16.0	13.7	8.63
HZB12-150	408	289	245	218	195	177	161	147	136	110	80.3	63.3	45.5	35.8	29.2	24.9	21.5	19.0	15.4	13.0	8.18
HZB12-160	415	296	250	225	205	187	168	153	141	114	84.2	67.0	49.5	39.9	33.2	28.5	24.8	22.1	18.2	15.4	9.61
HZB12-200	491	386	324	282	249	225	205	188	172	140	104	83.8	61.2	48.4	40.5	34.7	30.6	27.3	22.6	19.2	12.0
HZB12-230	486	382	347	310	284	259	239	222	205	167	124	98.3	70.5	55.3	45.4	38.7	33.9	30.2	24.9	21.2	13.4
HZB6-110	371	255	207	173	150	131	118	106	97.6	78.6	56.5	44.9	32.8	26.1	21.7	18.6	16.3	14.5	11.9	10.1	6.28
HZB6-125	398	277	230	193	168	149	133	121	111	89.4	64.5	50.9	37.0	29.6	24.5	21.0	18.4	16.3	13.4	11.4	7.08
HZB6-160	462	352	282	238	208	185	166	152	140	112	82.8	67.0	49.9	40.6	34.0	29.3	25.8	22.9	19.0	16.2	10.4
HZB6-200	491	374	323	282	258	239	218	199	183	146	107	85.3	62.4	50.0	41.9	35.9	31.5	28.1	23.2	19.7	12.4

End of Discharge Voltage = 1.67											DISCHARGE CURRENT in A								20 - 25 °C		
Model	5'	10'	15'	20'	25'	30'	35'	40'	45'	1 hr	90'	2 hr	3 hr	4 hr	5 hr	6 hr	7 hr	8 hr	10 hr	12 hr	20 hr
HZB12-18	65.9	44.5	33.9	27.9	24.2	21.3	18.9	16.9	15.3	12.0	8.58	6.85	4.98	3.91	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-26	112	69.4	51.6	41.8	35.5	31.1	28.0	25.3	23.2	18.6	13.6	10.8	7.81	6.21	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-28	122	76.1	58.1	47.6	40.9	35.9	32.1	28.9	26.4	20.9	15.1	11.8	8.50	6.72	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-33	154	95.6	71.5	57.5	49.3	42.8	38.0	34.1	31.3	25.2	17.9	14.1	10.1	8.02	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-44	190	122	91.8	74.8	63.2	54.6	48.3	43.4	39.5	31.3	22.7	18.0	13.0	10.3	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-55	210	138	109	90.4	77.1	67.4	60.1	54.6	50.0	40.2	29.6	23.3	16.6	13.1	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-70J	247	168	129	106	90.5	80.0	72.2	65.6	60.2	47.9	34.6	27.4	20.0	16.1	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-70	229	179	142	117	100	87.8	78.8	71.9	65.8	53.1	38.9	31.2	22.6	18.1	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-80	273	189	156	133	118	105	94.2	85.7	78.4	61.9	44.3	34.8	25.1	19.9	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-100	366	245	195	165	143	125	112	101	91.7	73.2	52.9	42.1	30.6	24.3	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-110	380	261	212	177	154	135	120	109	99.0	78.9	57.5	46.0	33.6	26.7	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-120	384	268	222	186	161	142	128	116	106	84.6	61.6	49.1	36.1	28.8	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-135	392	307	265	227	200	177	159	145	133	108	79.5	63.3	45.2	35.6	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-150	412	292	248	220	197	179	162	149	137	111	81.0	63.8	45.9	36.1	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-160	419	299	252	227	207	188	170	154	142	115	84.9	67.6	50.0	40.2	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-200	495	390	327	284	252	227	206	189	174	141	105	84.5	61.8	48.8	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-230	490	386	350	312	287	261	241	224	207	168	125	99	71.1	55.8	-	-	-	-	-	-	-
HZB6-110	374	257	209	175	151	133	119	107	99	79.3	57.0	45.3	33.1	26.3	-	-	-	-	-	-	-
HZB6-125	401	280	232	195	170	150	134	122	112	90.2	65.0	51.4	37.3	29.8	-	-	-	-	-	-	-
HZB6-160	466	355	284	240	210	186	168	153	141	113	83.5	67.6	50.3	40.9	-	-	-	-	-	-	-
HZB6-200	495	377	326	285	260	241	220	201	185	147	108	86.1	62.9	50.5	-	-	-	-	-	-	-

End of Discharge Voltage = 1.65											DISCHARGE CURRENT in A								20 - 25 °C		
Model	5'	10'	15'	20'	25'	30'	35'	40'	45'	1 hr	90'	2 hr	3 hr	4 hr	5 hr	6 hr	7 hr	8 hr	10 hr	12 hr	20 hr
HZB12-18	66.1	44.7	34.0	28.1	24.3	21.4	19.0	17.0	15.4	12.0	8.61	6.88	5.00	3.92	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-26	112	69.7	51.8	42.0	35.6	31.3	28.1	25.4	23.3	18.7	13.6	10.8	7.84	6.23	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-28	123	76.4	58.3	47.8	41.0	36.0	32.2	29.0	26.5	21.0	15.2	11.9	8.54	6.75	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-33	155	96.0	71.8	57.7	49.5	43.0	38.2	34.3	31.5	25.3	18.0	14.2	10.1	8.05	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-44	191	122	92.2	75.1	63.4	54.8	48.5	43.6	39.6	31.5	22.8	18.0	13.0	10.4	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-55	211	138	109	90.8	77.4	67.6	60.3	54.8	50.2	40.4	29.7	23.3	16.7	13.1	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-70J	248	168	129	106	90.9	80.3	72.5	65.8	60.4	48.1	34.8	27.5	20.1	16.1	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-70	230	179	143	117	100	88.2	79.1	72.2	66.1	53.3	39.1	31.3	22.7	18.2	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-80	274	190	156	134	118	105	94.6	86.0	78.7	62.1	44.4	35.0	25.2	19.9	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-100	367	246	196	165	143	126	112	101	92.0	73.5	53.1	42.2	30.7	24.3	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-110	382	262	213	178	154	135	121	109	99.4	79.3	57.7	46.2	33.7	26.8	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-120	385	269	223	187	161	142	128	116	106	84.9	61.8	49.3	36.2	28.9	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-135	393	309	266	228	200	178	160	145	134	109	79.8	63.6	45.4	35.7	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-150	413	293	249	221	197	179	163	149	138	111	81.3	64.1	46.0	36.3	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-160	421	300	253	228	207	189	170	155	143	116	85.3	67.9	50.2	40.4	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-200	497	391	329	285	252	228	207	190	175	142	106	84.9	62.0	49.0	-	-	-	-	-	-	-
HZB12-230	492	387	351	314	288	262	242	224	208	169	126	100	71.4	56.0	-	-	-	-	-	-	-
HZB6-110	376	258	209	175	152	133	119	108	98.9	79.6	57.2	45.5	33.2	26.4	-	-	-	-	-	-	-
HZB6-125	403	281	233	195	170	151	135	122	113	90.6	65.3	51.6	37.5	30.0	-	-	-	-	-	-	-
HZB6-160	467	356	285	241	210	187	168	154	142	113	83.9	67.9	50.5	41.1	-	-	-	-	-	-	-
HZB6-200	497	379	327	286	261	242	221	202	186	148	108	86.4	63.2								