

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Návrh systému pro zajištění bezpečného provozu bankovních systémů při  
výpadku napájení**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta elektrotechnická  
Akademický rok: 2014/2015

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr ŠARDZIK**  
Osobní číslo: **E12B0101K**  
Studijní program: **B2644 Aplikovaná elektrotechnika**  
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**  
Název tématu: **Návrh systému pro zajištění bezpečného provozu bankovních systémů při výpadku napájení**  
Zadávající katedra: **Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Popište běžné způsoby akumulace energie.
2. Popište detailně princip olověného akumulátoru.
3. Navrhněte záložní napájecí systém pro zajištění provozu a bezpečnosti při výpadku hlavního zdroje energie.



Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah pracovní zprávy: 20 - 30 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

**Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.**

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Emil Dvorský, CSc.**  
Katedra elektroenergetiky a ekologie

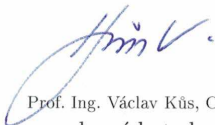
Datum zadání bakalářské práce: **15. října 2014**

Termín odevzdání bakalářské práce: **8. června 2015**

  
Doc. Ing. Jirí Hammerbauer, Ph.D.

děkan



  
Prof. Ing. Václav Kús, CSc.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2014

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce je v první části zaměřena na historii akumulace elektrické energie a její obecný popis. Ve druhé části je popsána konstrukce akumulátorových článků a provedeno základní rozdělení záložních zdrojů. Dále je v této práci shrnut návrh systému, který zajistí bezproblémový chod bankovních zařízení v případě, že dojde k výpadku elektrické energie.

.

## **Klíčová slova**

Akumulátor, ATM, záložní zdroj UPS, bezpečnost, provoz, funkce bankovního zařízení

## **Abstract**

In the first part, this bachelor thesis focuses on the history of accumulation of electrical energy and its general description. In the second part the construction of battery cells is described and the basic division of backup power supplies made. Furthermore, in this thesis there is the draft of the system which ensures smooth operation of banking devices in case of blackout.

## **Key words**

Accumulator, ATM, backup power supply UPS, security, operations, functions of banking equipment

## **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 3.6.2015

Petr Šardzik

## **Poděkování**

Rád bych zde poděkoval vedoucímu bakalářské práce Doc. Ing. Emilu Dvorskému CSc. za poskytnutí odborných rad, věcných připomínek a čas, který mi věnoval při řešení této problematiky. V neposlední řadě také děkuji všem respondentům, kteří mi poskytli potřebné informace.

# Obsah

<b>OBSAH</b> .....	<b>8</b>
<b>SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>9</b>
<b>1 ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
1.1 HISTORIE AKUMULACE ENERGIE .....	11
1.2 BĚŽNÉ ZPŮSOBY AKUMULACE ENERGIE .....	12
1.2.1 Akumulace v elektrochemických akumulátorech.....	12
1.2.2 Akumulace v superkapacitorech .....	12
1.2.3 Akumulace v přečerpávajících elektrárnách.....	13
1.2.4 Akumulace energie ve formě vodíku .....	14
1.2.5 Akumulace energie v mechanických akumulátorech.....	15
<b>2 DETAILNÍ POPIS OLOVĚNÉHO AKUMULÁTORU</b> .....	<b>16</b>
2.1 PRINCIP OLOVĚNÉHO AKUMULÁTORU .....	16
2.2 ROZDĚLENÍ OLOVĚNÝCH AKUMULÁTORŮ DLE POUŽITÍ.....	17
2.3 ROZDĚLENÍ OLOVĚNÝCH AKUMULÁTORŮ DLE NÁPLNĚ .....	17
2.3.1 Baterie s klasickým elektrolytem.....	17
2.3.2 Baterie s technologií AGM.....	18
2.3.3 Baterie s elektrolytem ve formě gelu.....	19
2.4 OBECNÉ ROZDĚLENÍ AKUMULÁTORŮ .....	20
2.5 EVROPSKÉ NORMY PŘI VÝROBĚ AKUMULÁTORŮ.....	21
2.6 ÚDRŽBA AKUMULÁTORŮ .....	22
<b>3 ZÁLOŽNÍ ZDROJE</b> .....	<b>23</b>
3.1 VÝZNAM A POUŽITÍ ZÁLOŽNÍCH ZDROJŮ .....	23
3.2 VÝKON ZÁLOŽNÍHO ZDROJE.....	23
3.3 DOBA SEPNUTÍ ZÁLOŽNÍHO ZDROJE .....	24
3.4 OBECNÉ ROZDĚLENÍ ZÁLOŽNÍCH ZDROJŮ.....	24
3.4.1 Off-line .....	24
3.4.2 On-line .....	25
3.4.3 Line Interactive UPS.....	26
3.5 POŽADAVKY NA ZÁLOŽNÍ ZDROJE.....	27
3.5.1 Rozdělení záložních systémů dle odběratelů .....	27
<b>4 NÁVRH ZÁLOŽNÍHO NAPÁJECÍHO ZDROJE</b> .....	<b>28</b>
4.1 ŠTÍTKOVÉ HODNOTY ZÁLOHOVANÝCH ZAŘÍZENÍ .....	30
4.2 NAVRHNUTÝ TYP ZÁLOŽNÍHO ZDROJE .....	31
4.3 ZAPOJENÍ A INSTALACE POUŽITÉHO ZÁLOŽNÍHO ZDROJE .....	32
4.4 ZÁLOHA KOMUNIKAČNÍHO ZAŘÍZENÍ.....	33
4.5 VÝHODY NAVRHNUTÉHO ZÁLOŽNÍHO SYSTÉMU NAPÁJENÍ .....	35
4.6 NEVÝHODY NAVRHNUTÉHO ZÁLOŽNÍHO SYSTÉMU NAPÁJENÍ .....	36
4.7 TECHNICKÁ SPECIFIKACE POUŽITÉHO ZÁLOŽNÍHO ZDROJE NAPÁJENÍ .....	37
4.8 SERVISNÍ INTERVALY NAVRHNUTÉHO ZÁLOŽNÍHO ZDROJE .....	40
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>41</b>
<b>SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ</b> .....	<b>42</b>



## **Seznam symbolů a zkratk**

UPS .....	Nepřerušitelný zdroj napájení
Ni-Fe .....	Níkl železitý
PIN .....	Personal identification number, osobní identifikační číslo
ATM .....	Automated teller machine, bankomat
GSM .....	Global System for Mobile Communication, globální systém pro mobilní komunikaci

# 1 Úvod

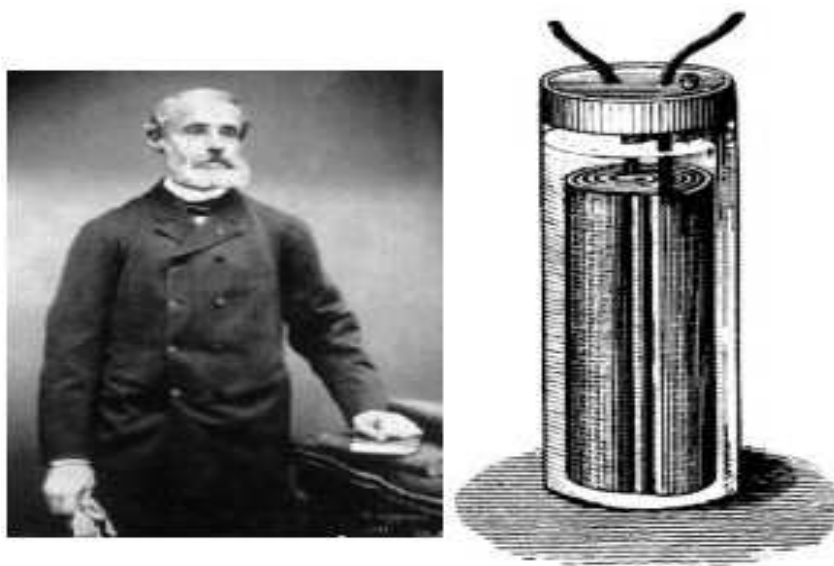
Tato bakalářská práce se zabývá způsoby akumulace energie, jejich historií a využitím záložních zdrojů v bankovní technice. Součástí této práce je též detailní popis olověného akumulátoru a návrh záložního zdroje, který nám zaručuje bezpečný a spolehlivý provoz bankovních zařízení, především samoobslužných zařízení ATM, které jsou určeny na výdej peněz, a zároveň zajišťují provoz při výpadku hlavního napájecího okruhu.

## 1.1 Historie akumulace energie

Akumulace energie je již známá tisíce let před naším letopočtem. Od této doby lidstvo používalo k akumulaci energie tzv. setrvačnick. Jednalo se o zařízení, které využívalo setrvačnost rotujícího kamenného kotouče, jenž uchovával velkou část kinetické energie. Tento kotouč uvedla obsluha do pohybu mechanickým roztočením pomocí nohou. Jednalo se především o hrnčíře.

Později byl setrvačnick použit v parních strojích, kde pomáhal překlenout mrtvý bod mechanismu. Setrvačnick byl později vyvinut a aplikován na hřídel motorů, zde byla důležitá jeho co nejvyšší hmotnost, proto se v mnoha případech jednalo o litinu.

Při požadavku na zpětnou dodávku energie se tento motor choval jako dynamo, popř. alternátor, a vrátil akumulovanou kinetickou energii ve formě elektrické. Historie akumulace energie v olověném akumulátoru se traduje od roku 1859, kdy francouzský fyzik G. R. Plante poprvé vynalezl olověný akumulátor, jehož principem je využití jedinečné přeměny elektrické energie na chemickou.



Obr. 1 Vynálezce olověného akumulátoru P. B. Plante [1]

## **1.2 Běžné způsoby akumulace energie**

V současné době s nástupem nových technologií, které zasahují do každého odvětví naší populace, je samozřejmostí trend zálohování elektrické energie do zařízení, jenž v případě výpadku elektrické energie od distributora zabezpečí dodávku elektrické energie na dobu nezbytně nutnou.

### **1.2.1 Akumulace v elektrochemických akumulátorech**

Jedná se především o akumulaci energie v akumulátorových bateriích. Princip této akumulace spočívá ve formě přeměny elektrické energie na chemickou energii. Výhodami této technologie jsou možnost opětovného nabíjení článků, jejich snadná výroba a relativně nízká pořizovací cena.

Jistou nevýhodou je však problém samovybíjení a citlivost na velmi hluboké vybití článků, při kterém dojde ve většině případů k nevratnému poškození na elektrodách a následné ztrátě kapacity akumulátoru. Elektrické napětí jednotlivých článků v bateriích se pohybuje dle použitého typu akumulátoru v hodnotách od 1.1 do 2V.

Pro technické účely se běžně využívá spojení článků v bateriích do sériového zapojení. Většina dnes používaných akumulátorů je schopna opětovného nabití v řádu tisíců cyklů. Nabíječky těchto baterií jsou dnes vyráběny ve výkonech v rozmezí od jednotek wattů, po velké nabíječky, které jsou vybaveny procesorem, a jejichž výkon se pohybuje v řádech kilowattů [12].

### **1.2.2 Akumulace v superkapacitorech**

V tomto případě se jedná o akumulaci elektrické energie do elektrického pole nabitého kondenzátoru. Jedná se o technologii, která je teprve v rozvoji a je v současné době používána pouze několik málo let. Ve velké míře je této akumulace elektrické energie používáno v hybridních automobilech popř. elektromobilech, kde plní svou funkci zejména při rekuperaci elektrické energie při brždění. Tyto superkapacity dokáží dodat do obvodu v intervalu cca 5s výkon o 10kW-20kW, proto v těchto technologiích také zabezpečují rychlé dodání energie při potřebné akceleraci. Mezi hlavní výhody těchto superkapacitorů oproti klasickým akumulátorům patří doba nabíjení, která se pohybuje v řádech sekund, a počet

nabíjecích cyklů, jenž je v řádech statisíců.

Nabíjení těchto superkapacitorů musí být prováděno vhodným napěťovým měničem, protože se jedná o zdroj, který má velmi malý vnitřní odpor, a to v řádu miliohmů. Tyto použité měniče v obvodu neplní pouze nabíjecí funkci tohoto kapacitoru, ale můžeme je využít také při vybíjení superkapacitoru popř. mohou též zabezpečovat funkci elektronické pojistky.

### **1.2.3 Akumulace v přečerpávacích elektrárnách**

V tomto případě akumulace se jedná o systém, kdy je využíváno dvou propojených nádrží, z nichž jedna je vždy umístěna výše než druhá, a jsou vzájemně propojeny potrubím s reverzní turbínou. Tato technologie je založena na principu předávání energie vody turbíně s reverzním soustrojím. To umožňuje systému pracovat jako elektrický generátor v případě dodávky elektrické energie do distribuční sítě, nebo jako motor při čerpadlovém režimu. V době, kdy je v síti přebytek elektrické energie, probíhá přečerpávání vody z níže postavené nádrže do nádrže, která je umístěna výše. Naopak v době, kdy je v distribuční soustavě nedostatek elektrické energie, je tato přečerpávací elektrárna schopna začít dodávat elektrickou energii do distribuční sítě v časovém horizontu 100s.

Přečerpávací elektrárny jsou u nás konstruovány hlavně pro akumulaci přebytku elektrické energie z jaderných a tepelných elektráren, zejména v době mimo špičku. Jistá nevýhoda těchto elektráren je jejich rozlehlá instalační plocha, z níž největší část tvoří akumulací vodní nádrže. V ČR je největší přečerpávací elektrárnou Dlouhé Stráně, jejíž maximální výkon, který je schopna přivést do distribuční sítě, je 650MW. Tento výkon řadí tuto elektrárnu mezi nevykonnější přečerpávací elektrárny, které jsou v ČR instalovány.

Mezi další přečerpávací vodní elektrárny situované v ČR patří též elektrárna Dalešice, která má maximální výkon 450MW, a dále přečerpávací elektrárna Štěchovice II s výkonem 45MW. Účinnost těchto elektráren je v případě starších děl 50 % a v případě těch novějších s vlivem technologického pokroku se zvýšila až na hodnotu 75 % [12].

Energie akumulovaná v horní nádrži:

$$E = mgH_{stř}$$

$$E = \rho g V_E H_{stř} \quad (1.2-1)$$

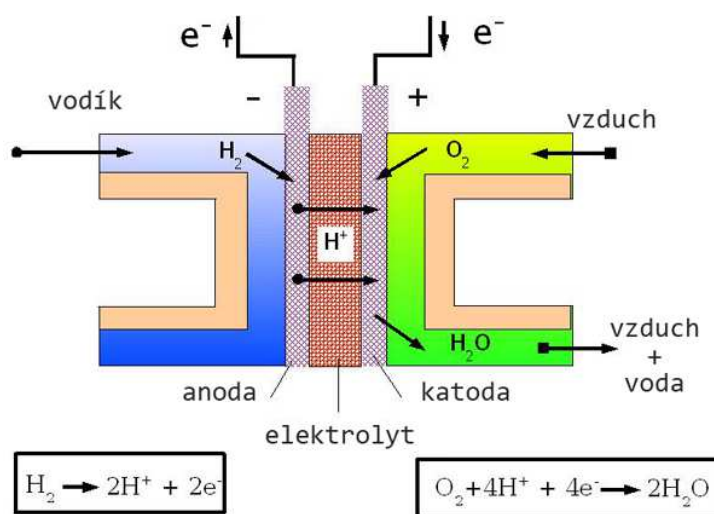
kde:

- $E$  .....energie akumulovaná v horní nádrži [Ws]  
 $m$  ..... hmotnost vody v horní nádrži [kg]  
 $g$  .....tíhové zrychlení [m/s]  
 $H_{stř}$  .....střední spád [m]  
 $\rho$  .....měrná hmotnost (hustota) vody [kg/m<sup>3</sup>]  
 $V_E$  .....energetický (využitelný) objem horní nádrže [m<sup>3</sup>]

### 1.2.4 Akumulace energie ve formě vodíku

Zde se jedná o období akumulace elektrické energie do baterie s oddělenými elektrolyty. Přebytek elektrické energie se využije na elektrolýzu vody a výsledný uvolněný vodík se uloží do vhodného zásobníku.

Elektrolýza je tedy proces, při kterém stejnosměrný proud při průchodu vodným roztokem zapříčiní porušení chemické vazby mezi vodíkem a kyslíkem. Účinnost tohoto chemického procesu dosahuje až 80 %. V případě potřeby vyrobíme elektrickou energii z vodíku v palivovém článku.



Obr. 2 Schéma palivového článku na vodík [12]

Palivo, tedy vodík, je přiváděno v potřebném množství k záporné elektrodě a oxidační činidlo, tedy kyslík, je přiváděn k elektrodě kladné. Elektrické napětí tohoto článku se pohybuje od 1V do 1.23V a je velmi závislé na samotné konstrukci článku a také na kvalitě přivedeného paliva.

Výhoda této akumulace ve formě vodíku spočívá v možnosti uchovávat energii po dlouhou dobu a také v tom, že tuto elektrolýzu lze provádět pod tlakem, takže výsledným produktem je již stlačený vodík. Ten je nejčastěji skladován v tlakových lahvích. Za nevýhodu této chemické přeměny pomocí elektrolýzy se považuje velká spotřeba elektrické energie a také vody.

### **1.2.5 Akumulace energie v mechanických akumulátorech**

Mechanické akumulátory akumulují energii v podobě kinetické energie. V současnosti existují dva typy těchto zařízení. První z nich obsahuje setrvačníky, které mají velkou hmotnost. Od tohoto typu požadujeme co největší moment setrvačnosti. Setrvačníky zde pracují v maximálních otáčkách do 8 000 min<sup>-1</sup>. Jejich použití lze najít například ve spalovacích motorech, kde vyrovnávají nerovnoměrné momenty sil.

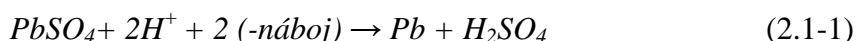
Druhý typ obsahuje na rozdíl od toho prvního lehký setrvačnick, který dosahuje rychlosti až 100 000 min<sup>-1</sup>. Tyto setrvačníky bývají kvůli takto vysokým rychlostem osazeny magnetickými ložisky a jsou většinou provozovány ve vakuu. V tomto prostředí jsou uloženy proto, aby se co nejvíce zmenšily ztráty třetím o vzduch. Tento typ setrvačnicku je však velmi nákladný na výrobu, a proto jeho použití najdeme pouze ve velmi speciálních aplikacích [12].

## 2 Detailní popis olověného akumulátoru

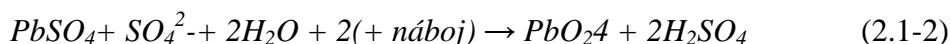
### 2.1 Princip olověného akumulátoru

Každý olověný akumulátor se skládá ze základních částí, bez kterých by akumulace energie nemohla proběhnout. Jsou to desky, olovo a oxid olovnatý. Další obsažené prvky se používají hlavně ke změně hustoty, tvrdosti a pórovitosti. Mezi ně patří i roztok, který se skládá z 35 % kyseliny sírové a 65 % vody. Tento roztok se nazývá elektrolyt a způsobuje elektrochemickou reakci, ve které se produkují elektrony.

Při měření elektrolytu hustoměrem se měří hustota kyseliny sírové. Pokud je hodnota hustoty příliš nízká, znamená to malý obsah síry v roztoku. To je způsobeno jejím usazením na deskách v akumulátoru. Při nabíjení se síra opět vrací do elektrolytu a tím se zvětší jeho hustota. Při nabíjení akumulátoru prochází elektrolytem elektrický proud od kladné elektrody směrem k záporné elektrodě. Na záporné elektrodě probíhá tato chemická reakce:

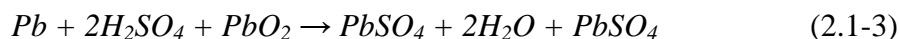


Dále dochází k přesunu aniontů kyseliny sírové od záporné elektrody ke kladné, na nich probíhá při působení vody chemická reakce:



Při vybíjení akumulátoru prochází elektrický proud od záporné elektrody směrem ke kladné elektrodě. Při další chemické reakci dochází k uvolnění vody a následnému řednutí elektrolytu [8].

Celková chemická reakce při vybíjení:



Na záporné elektrodě probíhá tato chemická reakce:



Na kladné elektrodě:





## 2.2 Rozdělení olověných akumulátorů dle použití

Olověné akumulátory rozdělujeme na dva typy.

- **Startovací**

Startovací olověné akumulátory jsou navrženy tak, aby obsahovaly velké množství tenkých elektrod s velkou plochou. Tím je zaručeno, že akumulátor bude dodávat do obvodu co nejvyšší možný elektrický proud. Je zde ale velké riziko poškození hlubokým vybitím, proto je nutné jejich časté dobíjení, aby se těmto případům předešlo.

- **Trakční**

Tradiční olověné akumulátory obsahují značně silné elektrody a jsou na rozdíl od startovacích akumulátorů navrženy tak, aby dodávali menší elektrický proud do obvodu a nevadilo jim časté vybíjení. Používají se např. v elektrických automobilech.

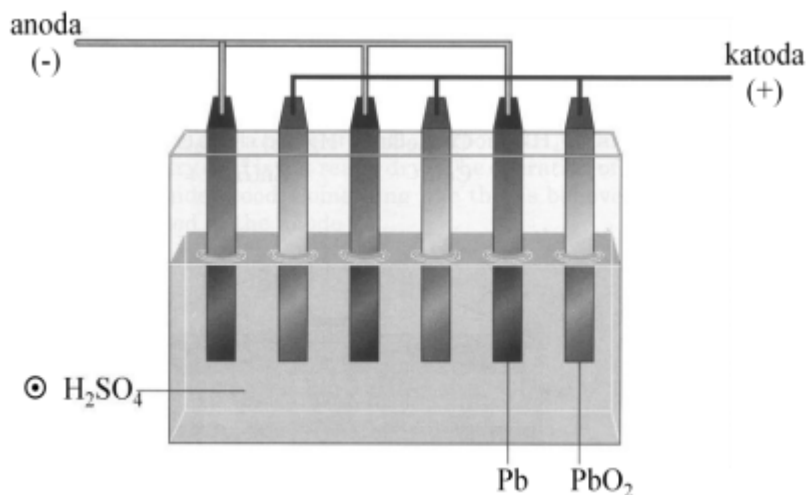
## 2.3 Rozdělení olověných akumulátorů dle náplně

Olověné akumulátory rozdělujeme dle obsažené náplně do třech základních skupin.

### 2.3.1 Baterie s klasickým elektrolytem

Tento akumulátor je zobrazen na *Obr. 3*. Je vyráběn ve dvojím provedení a to jako bezúdržbové akumulátory a akumulátory, které vyžadují údržbu a kontrolu hustoty elektrolytu. Oba tyto typy pracují na stejném principu.

Bohužel tyto akumulátory při nabíjení uvolňují do prostředí, kde jsou nainstalovány, velmi agresivní plyny, které zapříčiňují korozi okolních součástí prostředí. Je zde také nevýhoda toho, že tuto baterii můžeme používat pouze ve svislé poloze. To zajisté zmenšuje okruh jejího využití, na rozdíl od gelových baterií.

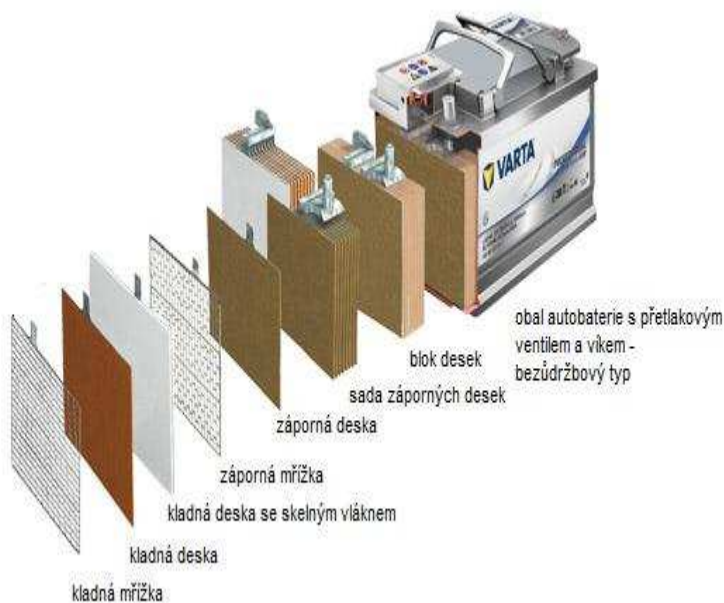


Obr. 3 Olověný akumulátor s roztokem kyseliny sírové [5]

### 2.3.2 Baterie s technologií AGM

Tento akumulátor je odlišný od akumulátoru v předešlém případě v tom, že sice obsahuje klasický elektrolyt, tento roztok však není přímo v článcích s elektrodami uvnitř baterie, ale je nasáklý v netkané tkanině ze skleněných vláken. Akumulátory AGM jsou zcela bezúdržbové, dokáží dodat do místa potřeby velmi vysoký výkon a mají výbornou nabíjecí charakteristiku. To znamená, že je možné je snáze vybit, rychleji nabít a jsou více imunní vůči častému vybíjení a nabíjení, než akumulátory v předchozím případě.

V klasickém použití je najdeme v současné době ve vozidlech, které jsou vybaveny systémem start-stop, kde požadujeme, aby vozidlo několikrát za cestu znovu nastartovalo během okamžiku. U těchto baterií jsou také nižší pořizovací náklady než u baterií s elektrolytem na bázi gelu. Bohužel jsou zde i nevýhody a to, že není možné dolévat vodu, jako např. u baterií s klasickým elektrolytem, která se nám při nevhodně zvoleném nabíjecím adaptéru a tím pádem i následném přebíjení akumulátoru vypařuje a krátí nám takto životnost celé baterie.



Obr. 4 Řez akumulátorem s technologií AGM [1]

### 2.3.3 Baterie s elektrolytem ve formě gelu

Konstrukce gelových akumulátorů je podobná konstrukci akumulátorů s technologií AGM. Rozdíl je v elektrolytu, který je obohacen o oxid křemičitý, jenž slouží k jeho vyztužení. Nabíjecí napětí článku je nižší než u akumulátoru s kyselinou sírovou, proto je zde velmi důležité používat předepsaný nabíjecí adaptér k tomuto akumulátoru.

V případě nevhodně zvoleného nabíjecího adaptéru hrozí trvalé poškození baterie. Při výrobě gelové baterie je také velmi důležitý obal, ve kterém jsou články umístěny. V žádném případě se nesmí jednat o zcela uzavřený obal. Plyny, které se uvolňují při provozu baterie, tedy zejména vodík a kyslík, vzájemně reagují, ale neuniknou. Je zde ale velké riziko, že při přebití baterie tyto plyny expandují, jako při nabíjení jiných typů baterií [5].

Mezi hlavní výhody patří zajisté zcela bezúdržbový provoz. Není potřeba dolévat do článků žádné médium. Baterii můžeme nainstalovat svisle, popř. vodorovně, aniž by hrozilo potřísnění okolí kyselinou.

## 2.4 Obecné rozdělení akumulátorů

Akumulátory rozdělujeme dle použité výrobní technologie na:

- **Akumulátory Ni-Cd**

Jedná se o technologicky nejstarší použitou výrobní technologii, proto jsou tyto akumulátory v současnosti ekonomicky výhodné. Při vhodném nabíjení tyto baterie vydrží kolem 1 000 nabíjecích cyklů. Největší nevýhodou u této nikl-kadmiové technologie je, že články trpí paměťovým efektem, který je obecně u akumulátorů nežádoucí.

Právě kvůli tomuto efektu je potřeba baterii nejdříve úplně vybit a až pak je možné baterii znovu dobít. Tyto baterie najdeme dnes už spíše ve velmi starých laptotech popř. fotoaparátech, ale také v některých obchodech, které je prodávají především jako AA, AAA články a 9V baterie. V současné době jsou postupně nahrazovány jinými typy baterií s větší energetickou účinností. Tyto články obsahují velice toxické kadmium, které je velmi nebezpečné pro životní prostředí.

- **Akumulátory Ni-MH**

Tyto akumulátory byly uvedeny na světový trh poměrně nedávno a jejich vlastnosti jsou v současné době průběžně zkoumány a zdokonalovány. Ve srovnání s bateriemi Ni-Cd mají až 2x větší akumulaci kapacitu, netrpí tak velkým paměťovým efektem a je možné je kdykoliv dobít, i když nejsou úplně vybité. Právě tyto vlastnosti zapříčinily jejich expanzi na trhu s akumulátory. Výhoda je také to, že výroba tohoto akumulátoru je ekonomicky přijatelná i to, že nezatěžují životní prostředí tak jako akumulátory, které obsahují toxické kadmium. Použití těchto akumulátorů je v současné době velmi široké, a to od nabíjecích tužkových baterií po velké průmyslové baterie. Mezi nevýhody těchto baterií patří nižší životnost, která je kolem 600 nabíjecích cyklů, a také velká míra samovybíjení, která je při pokojové teplotě kolem 30 % za měsíc.

- **Akumulátory Li-Ion**

Tyto akumulátory jsou v současné době velmi populární. Za jejich největší výhodu lze považovat, že netrpí žádným paměťovým efektem jako baterie, které byly zmíněny výše. Lithium je velmi reaktivní prvek, což znamená, že dokáže akumulovat velké množství energie. Samovybíjení tohoto akumulátoru je kolem 5 % za měsíc při pokojové teplotě a počet nabíjecích cyklů je v řádu stovek. Toto všechno ovšem neznamená, že lithium-iontové

baterie jsou zcela bezchybné. V době, kdy opustí výrobní závod, začnou relativně rychle stárnout a jejich akumulární kapacita tak klesá. Jsou velmi náchylné na vysoké teploty, které zapříčiní velkou rychlost stárnutí baterie. Úplné vybití této baterie zapříčiní její degradaci natolik, že již není možné ji dále používat. Použití v současné době najdeme zejména v různých PDA zařízeních, mobilních telefonech a noteboocích.

- **Akumulátory Li-Pol**

Tyto akumulátory se řadí mezi technologicky nejpokročilejší. Lithium-polymerový akumulátor je v podstatě stejný jako lithium-ion. Oba systémy používají identický materiál a obsahují podobné množství elektrolytu. Li-polymer je unikátní v tom, že mikroporézní elektrolyt nahrazuje tradiční porézní separátor. Li-Pol poskytuje o něco vyšší specifickou energii a může být tenčí než konvenční Li-ion, ale výrobní cena je vyšší o 10 až 30 procent. To je hlavní důvod, proč není v současné době na trhu tak populární jako předchozí typy akumulátorů. Nabíjecí a vybíjecí vlastnosti Li-Pol jsou identické s ostatními Li-ion systémy a vyžadují nabíječku, která hlídá stav jednotlivých článků během nabíjení.

- **Jednorázové nenabíjecí baterie**

Vysoká měrná energie, dlouhá doba skladování, dostupnost a okamžitá připravenost poskytnout elektrickou energii řadí tyto baterie na první místo nejprodávanějších baterií na světových trzích. V zásadě rozlišujeme dle obsažené výrobní technologie dva nejpoužívanější typy těchto baterií, baterie alkalické a baterie zinkouhlíkové. Tyto baterie mají jednu z nejvyšších hustot energie. Alkalická baterie nám poskytuje o 40 % více energie než nabíjecí akumulátor Li-Ion.

## **2.5 Evropské normy při výrobě akumulátorů**

Jedná se o používané standardy, které výrobci baterií označují zkratkami CA, RC, CCA, Ah a to na hodnocení různých vlastností akumulátoru.

- **Označení CCA**

Jedná se o označení tzv. studeného startovacího proudu a provádí se při teplotě 0°F, což odpovídá hodnotě -17,22 °C [7]. Během měření, které probíhá po dobu 10s se zaznamenává hodnota elektrického proudu (A), který je schopen akumulátor za tento čas poskytnout [2].

- **Označení CA**

Označení nám udává hodnotu elektrického proudu (A), kterou je schopen akumulátor poskytnout při teplotě 0°C po dobu 10s [8].

- **Označení RC**

Jedná se o označení specifikace, kdy probíhá v zátěžovém testu měření času, po který je plně nabitý akumulátor schopen dodávat elektrický proud 25A při teplotě 26°C, než klesne hodnota napětí akumulátoru na hodnotu 10.5V. Tato konečná hodnota je považována za stav, kdy považujeme akumulátor za vybitý.

Zde se tento test může jevit podobný jako pro označení CCA, ale jedná se o dvě naprosto odlišné specifikace, kdy tzv. studený startovací proud může baterie dodat do obvodu ve velmi krátkém okamžiku, zatímco rezervní kapacita nám udává hodnotu, při které je akumulátor schopen dodávat energii v delším časovém horizontu. V tomto je hlavní rozdíl mezi uvedenými specifikacemi, které se nám na první pohled mohou zdát podobné [2].

- **Označení Ah**

Jedná se o označení kapacity baterie, které nám udává, jak dlouho nám bude daná baterie dodávat potřebný elektrický proud do obvodu. Toto označení nalezneme především na nabíjecích akumulátorech. Je důležité, abychom tuto hodnotu při návrhu např. záložního okruhu znali. Například baterie s označením 12V 8Ah udává, že do obvodu bude dodávat elektrický proud 2A po dobu 4hodin, nebo 8A po dobu jedné hodiny. Jedná se tedy o označení výkonu, který je v baterii akumulován. Samozřejmě zde také záleží na prostředí, v němž bude baterie provozována.

## **2.6 Údržba akumulátorů**

Mezi důležité kroky, které mohou prodloužit životnost akumulátoru a zabezpečit jeho bezproblémový chod, je zajisté jeho údržba. Minimálně 1x ročně je doporučeno baterii zkontrolovat a očistit hadříkem, který byl namočen do roztoku vody a sody. Tímto způsobem je doporučeno očistit obal baterie a kabelové svorky, na kterých je připojen spotřebič, a jež jsou nejčastěji zdrojem problémů při spojení s baterií. Tyto kontakty je vhodné též namazat

tenkou vrstvou silikonového oleje, který působí jako ochrana před následnou oxidací spoje. Pokud skladujeme baterii déle než jeden měsíc, je nutné ji pravidelně dobíjet, abychom předešli jejímu hlubokému vybití a následnému nevratnému poškození.

## 3 Záložní zdroje

### 3.1 Význam a použití záložních zdrojů

Pod pojmem záložní zdroj si můžeme představit zařízení (*obr. 5*), které nám při výpadku elektrické energie od distributora umožňuje napájet zařízení, jež jsou velmi citlivá na výpadek energie. Jedná se zejména o servery, kde by případný výpadek elektrické energie zapříčinil ztrátu dat, technologické celky v továrnách a další zařízení, jejichž výpadek energie by mohl zapříčinít velké škody.



Obr. 5 Záložní zdroj používaný v bankovních systémech [7]

### 3.2 Výkon záložního zdroje

Pro výběr záložního zdroje je velmi důležitým údajem jeho výkon, který nám udává hodnotu zdánlivého výkonu, tedy v jednotkách VA. Jedná se o součin efektivní hodnoty fázového napětí a proudu. Záložní zdroj vždy dimenzujeme na hodnotu, která bude v okruhu maximální.

### **3.3 Doba sepnutí záložního zdroje**

V případě vypnutí dodávky elektrické energie potřebujeme od záložního zdroje co nejrychlejší sepnutí, pokud možno bez sebemenšího výpadku elektrické energie. Pro větší provozu by byl problém rozběhnout velký diesel agregát a připojit ho k okruhu, který potřebujeme napájet, do pár jednotek sekund. Zde máme instalováno několik záložních zdrojů různého provedení. Nejrychleji po výpadku elektrické energie naskočí záložní zdroje, které jsou řízeny moderním procesorem, jenž přepíná na záložní energii v rámci milisekund.

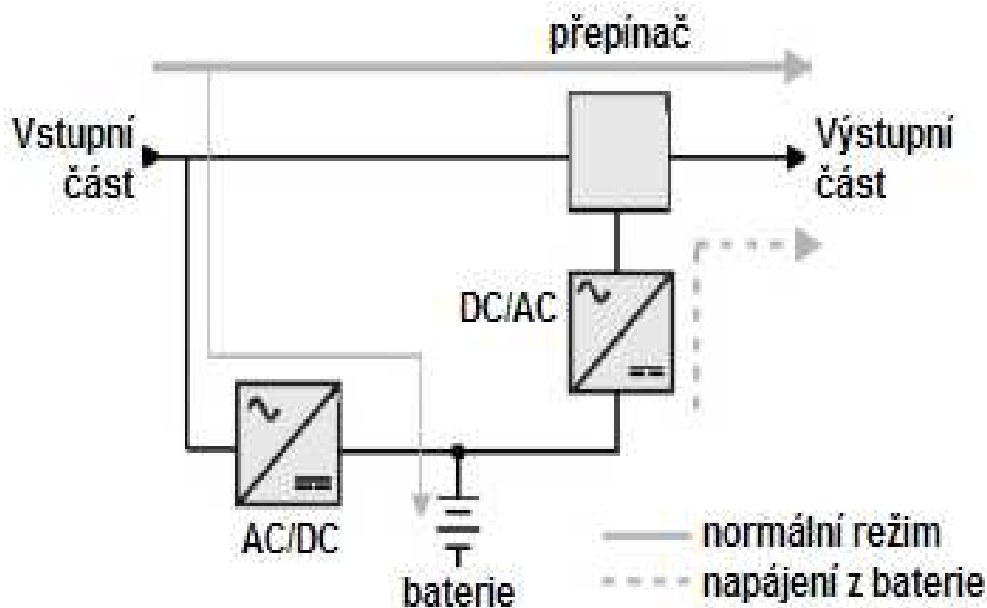
### **3.4 Obecné rozdělení záložních zdrojů**

#### **3.4.1 Off-line**

Tyto levné a jednoduché systémy nabízejí pouze základní ochranu. V běžném provozu je hlavní napájení přivedeno přímo na připojený spotřebič. Pomocí odbočky (obr. 6) z přívodu přímého napájení udržuje zařízení baterii stále nabitou.

Pokud záložní zdroj vyhodnotí menší vstupní napětí než 230V popř. jeho úplný výpadek, přepíná obvod z přímého napojení na spotřebič na okruh s baterií, kde směřuje dále do střídače a následně touto cestou do spotřebiče [10]. Tento systém je relativně pomalý (obvykle více než 4ms) a může negativně ovlivnit některá citlivá zařízení.



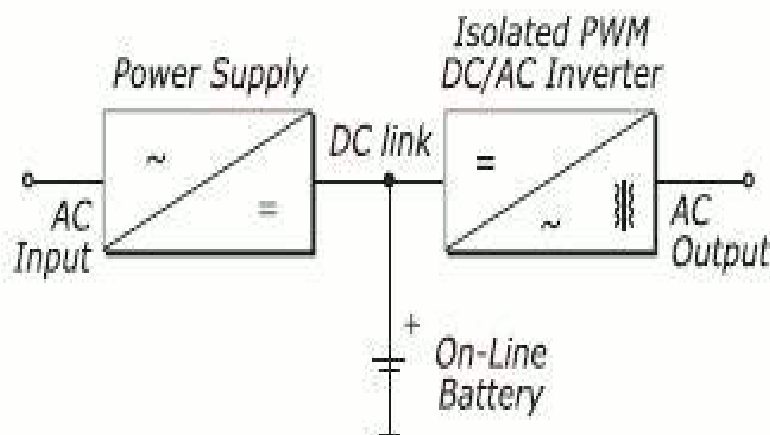


Obr. 6 Schéma off-line UPS [5]

### 3.4.2 On-line

Zařízení jsou navržena tak, aby při výpadku napájecího síťového napětí bylo dosaženo nulové prodlevy při sepnutí záložního obvodu. V online systémech je napájení spotřebiče zajišťováno přes stálý obvod, který obsahuje usměrňovač, baterii a střídač. Tímto zapojením je současně nabíjena záložní baterie.

Při výpadku napájecího napětí je spotřebič napájen přímo z baterie a nevzniká tak žádné zpoždění způsobené přepnutím jiné větve obvodu. Zároveň je výhodami této UPS, že si poradí i s podpětím v distribuční síti, dokáže dorovnávat toto nekorektní napájecí napětí na stav normalizovaný a je zde také kompletní ochrana před jinými poruchami napájecí sítě [10].

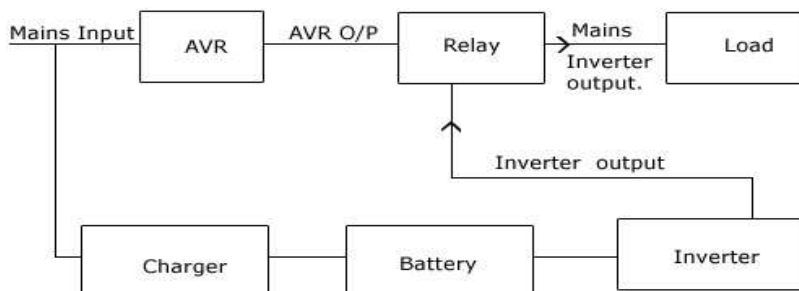


Obr. 7 Schéma online UPS [6]

### 3.4.3 Line Interactive UPS

Tyto systémy jsou podobné off-line systémům, ale obsahují v hlavní napájecí větvi také autotransfornátor označovaný jako AVR (z anglických slov Automatic voltage regulation), který umožňuje svými odbočkami skokově zvyšovat nebo snižovat napětí v závislosti na přivedeném vstupním síťovém napětí.

Posilování nižšího napájecího napětí na vyšší nazýváme boost a snižování vyššího napětí nazýváme trim [9]. Při výpadku hlavního síťového napájení obvod přepne na záložní napájecí větev, která obsahuje záložní baterii a střídač. Tyto systémy se vyznačují též pomalejší reakcí na přepnutí napájení přes záložní okruh. Jedná se o dobu přepnutí v časovém horizontu 4ms až 10ms.



Obr. 7 Schéma Line interactive UPS [5]

## **3.5 Požadavky na záložní zdroje**

Požadavky na záložní zdroje můžeme rozdělit do několika kategorií v závislosti na připojeném spotřebiči. Existují spotřebiče, které vzhledem k jejich velkému příkonu do záložních zdrojů nesmíme vůbec připojit. Jedná se zejména o laserové tiskárny, mikrovlnné trouby, indukční plotny a elektrická topná tělesa.

Připojením těchto velmi energeticky náročných spotřebičů se zapříčiní přetížení anebo rychlé vybití záložního zdroje. Mezi požadavky na záložní zdroje též patří prostředí, v němž budeme daný záložní zdroj používat. Vzhledem k tomu, že záložní zdroj UPS obsahuje záložní baterii, je povoleno dle pokynů výrobce záložní jednotku používat pouze v teplotách od 0-40°C.

### **3.5.1 Rozdělení záložních systémů dle odběratelů**

- **Domácnosti**

V tomto případě se jedná ve velké míře spíše o záložní zdroje typu UPS, které jsou připojeny k domácímu počítači a v případě výpadku energie umožní uživateli zálohovat rozpracovanou práci a tím předejít riziku ztráty dat.

- **Hotely, letiště, nádraží**

V této kategorii se jedná o budovy, kde se nachází velký počet lidí a velmi záleží na bezpečnosti osob. Tyto budovy proto mají od distributora přivedeny dvě nezávislé napájecí větve, které se v případě výpadku jedné automaticky přepnou na větev aktivní. V případě velkého oblastního výpadku jsou v těchto lokalitách nainstalované též dieselové generátory, které umožňují přifázování k síti v řádu pár vteřin.

Tyto generátory jsou schopny v závislosti na přísunu paliva dodávat elektrickou energii do budovy nepřetržitě do doby, než bude opět obnovena dodávka elektrické energie od distributora.

- **Bankovní domy**

V nich je zabezpečena dodávka elektrické energie bez výpadku, tzn. kontinuálně. Jsou zde instalovány záložní zařízení ve formě online UPS, které v případě potřeby zabezpečují provoz serverů, přes které probíhají online bankovní služby. Jedná se i o zálohu tzv. serverů autorizačních, které umožňují komunikovat s bankovními automaty pro výdej finančních prostředků po celém světě, popř. autorizovat online platební transakce, které byly zaplacený debetní kartou.

Na neposledním místě je velmi důležitá i záloha elektrické energie potřebné pro provoz elektronických zabezpečovacích zařízení. V případě nefunkčnosti a výpadku elektronického zabezpečovacího zařízení v bankovních systémech se velmi zvyšuje riziko napadení z třetích stran. Proto zde najdeme kombinaci zabezpečení objektu ve formě mechanické a elektronické, která byla pro tento účel vhodně zvolena.

## **4 Návrh záložního napájecího zdroje**

Návrh záložního zdroje bude proveden pro zařízení ATM (*Obr. 8*), které bude umístěno uvnitř pobočky banky. Navrhují tedy záložní zdroj pro verzi zařízení bez přídavného topení. Navržený záložní zdroj bude sloužit také pro napájení síťového komunikačního prvku na hladině LAN/3G/GSM (*Obr. 11*) a zabezpečovací ústředny (*Obr. 9*), ke které budou připojeny prvky, jež se týkají samotného elektronického zabezpečovacího systému.



*Obr. 8 Zařízení typové řady ATM*



*Obr. 9 Zabezpečovací ústředna Siemens SPC 5000*

## 4.1 Štítkové hodnoty zálohovaných zařízení

Tab. 2 Štítkové hodnoty ATM

Vstupní napětí	110-120 V	220-240 V		
Vstupní kmitočet	50/60 Hz	50/60 Hz		
Tolerance Vstupního napětí	± 10%	± 10%		
Tolerance Vstupního kmitočtu	± 1%	± 1%		
Třída bezpečnosti	I	I		
Typ konektoru	EU	EU		
Dimenzování jistících prvků	10 A slow-blow fuse or 16 A automatic cut-out	10 A slow-blow fuse or 16 A automatic cut-out		
	Standby	Operational	Standby	Operational
Vstupní proud	1.2 A	2.3 A	0.7 A	1.7 A
Zdánlivý výkon	161 VA	315 VA	145 VA	270 VA
Příkon	130 W	285 W	136 W	261 W
Příkon zařízení s přídavným topením	700 W		650 W	
Přepočet kW na MJ/h	1 kW = 3,6 MJ/h/400 W: 0,4 kW = 3,6 * 0,4 MJ/h = 1,44 MJ/h			

Tab. 3 Štítkové hodnoty routeru MP1800-35W-AC

Vstupní napětí	220-240V
Vstupní kmitočet	50/60Hz
Počet WAN portů	1
Počet LAN portů	4
Maximální příkon zařízení	36W
GSM pásma	WCDMA, CDMA2000, CDMA 1x, GRPS, EDGE, TD-SCDMA
Typ konektorů	RJ45
Provozní teplota	0°C a 50°C
Vlhkost prostředí	10 % a 95 % (bez kondenzace)

Tab. 4 Štítkové hodnoty zabezpečovací ústředny Siemens SPC 5000

Vstupní napětí	220-240V
Vstupní kmitočet	50/60Hz
Počet LAN portů	1
Počet drátových vstupů z externích senzorů	16
Maximální příkon zařízení	15W
Komunikační rozhraní ovládání ústředny	LAN
Typ konektorů	RJ45, RJ6
Způsob administrace ústředny	Webové rozhraní přes TCP/IP vrstvu
Vlhkost prostředí	10 % a 95 % (bez kondenzace)

## 4.2 Navrhnutý typ záložního zdroje

Tab. 5 Hodnoty příkonů zálohovaných zařízení

Zařízení	Příkon zařízení [W]
ATM	261
Router	36
EZS Ústředna	15
Celkem	312

Dle příkonů všech zálohovaných zařízení, který činí 312W, použiji záložní zdroj APC Back-UPS AVR 1100VA (Obr. 5). Tento výkon záložního zdroje volím z důvodu, že umožňuje, dle technických specifikací výrobce, zálohovat výše uvedená zařízení po dobu 40 minut [10].

Jedná se o dobu, která je dostatečná pro korektní ukončení aktuálně rozpracované transakce, vydání finanční hotovosti klientovi a odeslání všech potřebných informací do monitorovacího popř. autorizačního střediska.

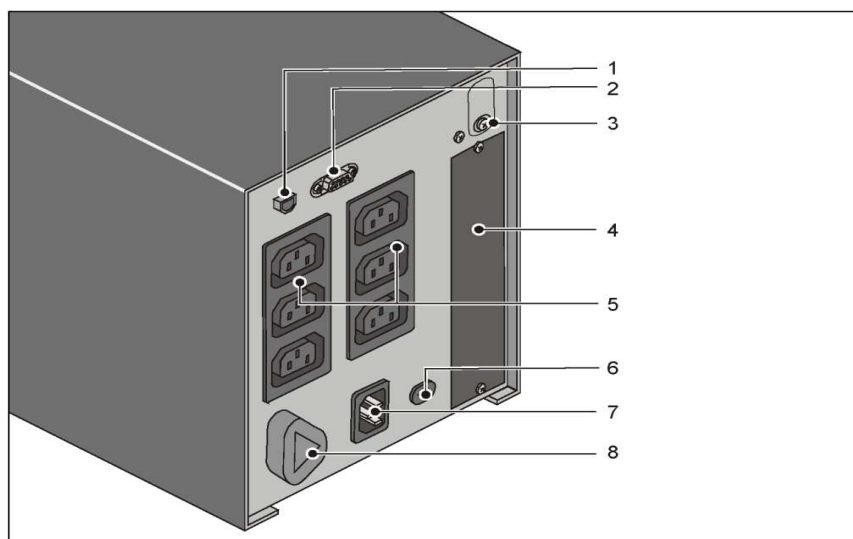
Mezi další výhody použitého záložního zdroje patří možnost přenést prostřednictvím usb portu informaci o výpadku elektrické energie do počítače, který je umístěn v horní části

bankomatu a ten následně pomocí nainstalovaného softwaru zastaví veškeré budoucí požadavky na výdej finančních prostředků.

Mezi tato opatření patří i blokace vstupu pro bankovní karty. Součástí zastavení těchto služeb je také zobrazení varovného nápisu na monitoru o nefunkčnosti bankomatu.

### 4.3 Zapojení a instalace použitého záložního zdroje

Hlavní napájecí okruh bude zapojen do zadní části standartní UPS, která je na *Obr. 10*. Zapojíme zde také okruh, jenž bude mít za úkol zálohovat datové prvky, které slouží ke komunikaci síťových prvků LAN mezi zařízením a monitorovacím stanovištěm. V případě totálního výpadku vnější síťové infrastruktury WAN, jež je instalována v objektu majitelem nemovitosti, bude veškerá síťová komunikace mezi zařízením a autorizačním, popř. dohledovým, pracovištěm automaticky přeměřována bezdrátově pomocí 3G/LTE routeru MP1800-35W (*Obr. 11*).



- |                         |                      |
|-------------------------|----------------------|
| 1 USB interface         | 5 Power output       |
| 2 V.24 / status display | 6 Fuse               |
| 3 TVSS earth            | 7 Power supply       |
| 4 Add-on slot           | 8 Battery connection |

*Obr. 10 Zadní strana záložního zdroje napájení [9]*



Umístění záložního zdroje volím v trezorové zabezpečené části bankovního zařízení. Toto umístění je zvoleno z důvodu, aby bylo zabezpečeno co nejmenší riziko neoprávněné manipulace se záložním zdrojem a s ostatními elektronickými prvky. V trezorové části je dále umístěna zabezpečovací ústředna a komunikační router. Je velmi důležité, aby v případě kompletního výpadku elektrické energie v celém objektu, včetně komunikačních prvků, kde je bankomat nainstalován, bylo umožněno tomuto zařízení odeslat soubor informací, skládající se z aktuálního stavu zařízení, včetně zabezpečovacích prvků, do monitorovacího střediska, a to i v případě totální nefunkčnosti lokální sítě LAN a vnější sítě WAN.

Bez tohoto opatření nelze uvést bankomat do bezpečného provozu, protože by se značně zvýšilo riziko potencionálního útoku z třetích stran na zařízení a jeho finanční hotovost.

Instalace bankomatu v oblasti, která se vyznačuje velmi vysokým procentem výpadků elektrické energie, bez záložního napájecího zdroje, neovlivňuje jeho případnou nefunkčnost, pouze nedostupnost elektrického napájení, ale je zde také velké riziko přepětových špiček. Jak vnitřních (provozních) přepětí v síti distributora, tak i vnějších (atmosférických), které mohou mít za následek kompletní zničení tohoto zařízení.

Proto je vždy nutné tyto záložní napájecí zdroje instalovat jako mezičlánek k hlavnímu přívodu 230V. Hlavní přívod je do bankovního zařízení veden přes dno v trezorové části a je připraven od majitele objektu společně se ethernetovým kabelem CAT5e.

#### **4.4 Záloha komunikačního zařízení**

Soubor zašifrovaných informací, které zařízení musí odeslat v případě výpadku napájení, obsahuje velké množství informací např. o začátku samotné transakce, ověřování zůstatku na bankovním účtu klienta, zda platební karta, kterou klient používá, je v databázi tzv. povolených debetních karet, zda PIN je korektní a vztahuje se k této platební kartě, stav zařízení při probíhající transakci, informace o korektním dokončení transakce a v neposlední řadě také, zda byly klientem finanční prostředky řádně odebrány z výdajové schránky ATM.

Pokud by došlo k totálnímu výpadku komunikace v době výdeje finanční hotovosti a nedošlo by k přeměrování provozu přes router GSM, bankomat automaticky zastaví výdej těchto finančních prostředků a po opětovném zapnutí dopraví bankovky do speciální schránky uvnitř trezorové části, která slouží pouze k těmto případům.

Jsou též naprosto klíčové informace, v jakém stavu je bankovní zařízení z pohledu elektronických zabezpečovacích prvků. Tyto informace budou v případě výpadku elektrické

energie přenášeny přes záložní komunikační prvek (*Obr. 11*).



*Obr.11 Router MP1800-35W-AC [4]*

Informace, které budou přenášeny touto jednotkou do monitorovacího stanoviště, jsou odesílány v pravidelných časových intervalech. Jedná se zejména o stavy, mezi které patří:

- otřesové senzory
- odtrhové senzory
- senzory hlídající stav dveřních kontaktů
- aktuální zůstatek hotovosti v bankomatu
- senzory plynné látky v trezorové části
- informace o výpadku napájení.

Router je velmi důležitou částí zařízení, která musí být zapojena do záložního zdroje elektrické energie, protože pokud by senzory plynu zaregistrovaly stav, že se v trezorové části objevila výbušná plynná složka, zařízení automaticky spouští speciální přídatné odvětrávací mechanismy a tento plyn se zařízení bude snažit vytlačit z trezorové části do volného prostoru okolo bankomatu.

Tím je zamezeno např. dosažení vysoké koncentrace výbušného plynu v trezorové části a následné zapálení této směsi, které by vyvolalo značnou destrukci a způsobilo vysoké škody jak na trezorové části, tak i v okolí zařízení (*Obr. 12*).



*Obr.12 Destrukce trezorové části*

Pokud by se jednalo o napadení tohoto typu, nebo napadení zařízení mechanickým způsobem, zařízení automaticky vyšle tísňovou informaci o aktuálním stavu těchto čidel a na místo je povolána motorizovaná jednotka Policie ČR nebo motorizovaná jednotka bezpečnostní agentury, která provede fyzickou kontrolu zařízení.

#### **4.5 Výhody navrhnutého záložního systému napájení**

V bankovním systému bude instalován záložní zdroj typu APC 1100CI. Mezi hlavní výhody těchto záložních zdrojů patří, že:

- poskytuje detekci problémů u baterií se včasným varováním a umožňuje tak včasnou preventivní údržbu
- chrání jednotku před poškozením tím, že ji automaticky vypne při zkratu nebo přetížení
- obsahuje vratný jistič, jenž snadno obnoví napájení po přetížení, a není tedy nutné vyměňovat pojistky

- informuje nadřazený systém o výpadku hlavního napájecího napětí a o režimu napájení zálohovaného obvodu z akumulátoru (tato komunikace probíhá přes komunikační port USB)
- disponuje kontrolkou výměny baterie
- poskytuje přechodné napájení z baterií, není-li k dispozici napájení ze sítě
- vydává varovný signál, pokud není k dispozici záložní energie
- provádí automatický autotest baterie, čímž zajišťuje včasné zjištění nezbytné výměny baterie
- má zabudovanou inteligentní správu baterií, kterou maximalizuje životnost, spolehlivost a výkon baterie

#### **4.6 Nevýhody navrhnutého záložního systému napájení**

Jsou jimi pravidelné investice do výměny záložních baterií, protože baterie je stále nabíjena. V případě nekorektní funkčnosti UPS se baterie přebíjí a zahřívá a tím se snižuje i celková účinnost UPS. Za další nevýhodu tohoto záložního zdroje lze označit i celkový průběh výstupního napětí a proudu ze zařízení. Sinusový výstupní signál je skládán z mnoha malých obdélníků, čímž tyto zdroje mají velkou EMC emisivitu a často ruší svým provozem i jiná zařízení.

## 4.7 Technická specifikace použitého záložního zdroje napájení

### OBECNÉ PARAMETRY:

- **Výstupní výkon**

660W / 1100 VA

- **Maximální nastavitelný výkon**

660W / 1100 VA

- **Jmenovité výstupní napětí**

230V

- **Energetická účinnost při plném zatížení**

97.0%

- **Výstupní kmitočet (synchr. se sítí)**

50/60 Hz +/- 3 Hz

- **Topologie**

Line interaktivní

- **Druh průběhu**

Iterační aproximace sinusového průběhu

## **VSTUPNÍ PARAMETRY:**

- **Jmenovité vstupní napětí**

230V

- **Vstupní kmitočet**

50/60 Hz +/- 3 Hz (autodetekce)

- **Typ připojení vstupu**

IEC-320 C14

- **Délka přívodního kabelu**

1.16 metrů

- **Rozsah vstupního napětí**

pro napájení z rozvodné sítě 150 – 280V

- **Maximální vstupní proud**

5A

- **Hodnota vstupního jističe**

10.0 A

## Použitá baterie

- **Typ baterie**

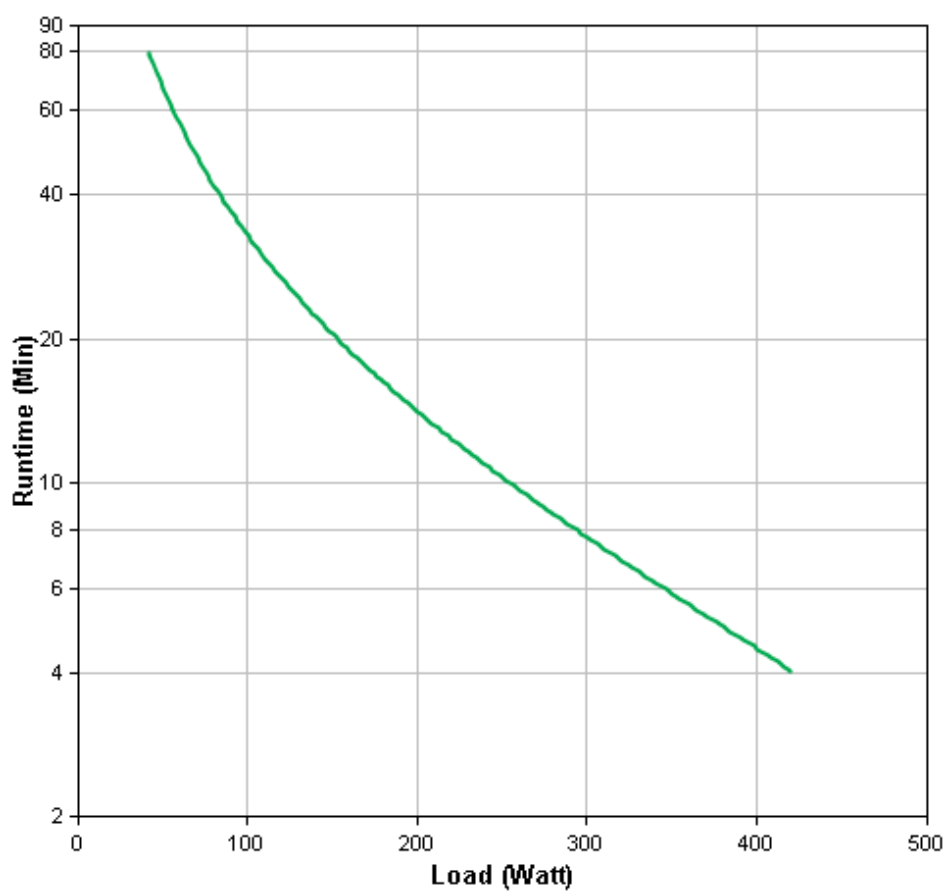
Bezúdržbový olověný akumulátor se suspendovaným elektrolytem

- **Typická doba nabíjení**

8 hod.

- **Náhradní baterie**

APCRBC113



Obr. 17 Grafické znázornění vybíjení záložního napájecího zdroje v bankovním zařízení [10]

## **4.8 Servisní intervaly navrhnutého záložního zdroje**

Pravidelná údržba zařízení zvyšuje velkou mírou jeho životnost, která též závisí na prostředí, v němž je toto zařízení používáno. Vzhledem k tomu, že zařízení bude po celou dobu jeho provozu uzavřeno v relativně neprašném prostředí, není nutná tak častá pravidelná prohlídka, jako by tomu bylo při umístění v prašném prostředí. Z tohoto důvodu se bude provádět tato prohlídka minimálně 1x ročně.

Servisní prohlídka bude obsahovat:

- mechanické vyčištění vnitřní části zdroje stlačeným vzduchem od prachu a nečistot
- vyčištění a vizuální kontrolu ventilačních otvorů zdroje
- kontrola funkčnosti řídicí elektroniky zdroje
- test záložního zdroje ve všech provozních režimech
- vizuální a mechanická kontrola korektního zapojení kabelových svorek do hlavní napájecí části
- vizuální kontrola baterie použité v záložním zdroji
- mechanická kontrola svorek připojených na baterii
- kontrola a popř. aktualizace řídicího softwaru záložního zdroje
- hluboký vybíjecí test baterie
- vypracování protokolu o servisní prohlídce servisní organizací



## **Závěr**

V první části této práce jsem popsal různé způsoby akumulace elektrické energie a shrnul jejich obecné vlastnosti. Jednalo se především o popis akumulace elektrické energie v elektrochemických akumulátorech, superkapacitorech, přečerpávajících elektrárnách a v neposlední řadě jsem popsal i moderní způsob akumulace elektrické energie do vodíkových palivových článků.

Ve druhé části této práce jsem detailně popsal princip olověného akumulátoru a uvedl další výčet vlastností a rozdělení akumulátorů, které jsou v současné době dostupné na světovém trhu. Popsal jsem i možnosti jejich použití.

Ve třetí části jsem navrhl záložní napájecí zdroj elektrické energie, který bude sloužit k bezpečnému a spolehlivému provozu bankovního zařízení. Zhodnotil jsem také obecné vlastnosti dalších zařízení, jež budou k tomuto zdroji připojeny a které nám také zabezpečují spolehlivý provoz zálohovaného zařízení.

Jako hlavní nevýhodu dnes dostupných záložních systémů vnímám nutnost pravidelné investice do obměny baterií a také s tím spojenou práci, při níž není možné opomenout vlastní hmotnost akumulátorů. Další nevýhodou je velká ekologická zátěž životního prostředí při následné likvidaci použitého olova a elektrolytu.

Za hlavního nástupce těchto dnes již zastaralých olověných baterií, jejichž vývoj se proti konkurenčním technologiím výrazně zpomalil, bych vnímal formu vhodně upravených vodíkových palivových článků, které svými velmi dobrými akumulačními vlastnostmi zajisté předčí dosud používané akumulátory. Věřím, že akumulace elektrické energie ve vodíku má budoucnost.

## Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] DAEIGEN, John. The Chemistry of Battery. Chemistry Blog [online]. 2014 [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: <http://3.bp.blogspot.com/S2RvEKnkE4/UJm0lVgl/AAAAAAAAADtI/kSzbdPDNIAYs/s1600/Pbattery.png>
- [2] BATTERY, Stímex. Olověný akumulátor. *Výroba baterií* [online]. 2013 [cit. 2014-04-16]. Dostupné z: <http://www.bateriestimex.com/index.php?podrobnosti=1535>
- [3] VÍT, Jaroslav. Přečerpávací elektrárna. *Akumulace ve formě potenciální energie vody* [online]. 2011 [cit. 2014-03-14]. Dostupné z: [http://www.nazeleno.cz/Files/ResizedImages/FckGallery/Nov%C3%BD%20WinRAR%20ZIP%20archiv.zip/obr6\\_-1x250\\_1104290911.png](http://www.nazeleno.cz/Files/ResizedImages/FckGallery/Nov%C3%BD%20WinRAR%20ZIP%20archiv.zip/obr6_-1x250_1104290911.png)
- [4] BRÍŽĎALA, Jan. Poločlánky a články. *E-Chembook* [online]. 2013 [cit. 2014-07-14]. Dostupné z: [http://www.e-chembook.eu/photos/obecna/oloveny\\_akumulator.png](http://www.e-chembook.eu/photos/obecna/oloveny_akumulator.png)
- [5] DARLING, David. Alternative Energy. *The Worlds of David Darling* [online]. 2013 [cit. 2015-01-17]. Dostupné z: [http://www.daviddarling.info/encyclopedia/L/AE\\_lead-acid\\_battery.html](http://www.daviddarling.info/encyclopedia/L/AE_lead-acid_battery.html)
- [6] VÁVRA, Vít. Stručný přehled technických pojmů a označení olověných baterií. *Aku Vavra* [online]. 2014 [cit. 2015-01-11]. Dostupné z: <http://www.akuvavra.cz/eshop/strucny-prehled-technickyh-pojmu-a-oznaceni-olovenych-baterii-p1246.html>
- [7] ŠÍMA, Jan. Záložní zdroje. *KElectronics* [online]. 2012 [cit. 2014-09-11]. Dostupné z: <http://www.akuvavra.cz/eshop/strucny-prehled-technickyh-pojmu-a-oznaceni-olovenych-baterii-p1246.html>
- [8] SILNÝ, Josef. NI-CD Akumulátory: Slovník pojmů. *Baterie a jejich využití* [online]. 2012 [cit. 2014-08-12]. Dostupné z: <http://www.akumulatory.wz.cz/>
- [9] VÁCHA, Jan. Odborné časopisy. *Nové trendy UPS akumulátorů* [online]. 2010 [cit. 2015-01-14]. Dostupné z: [http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=25994](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=25994)
- [10] UPS pro čerpadla kotlů. *Tipy a nabídky* [online]. 2015 [cit. 2015-02-16]. Dostupné z: <http://www.tipyanabidky.cz/zalozni-zdroje-ups-pro-cerpadla-kotlu-problematika>
- [11] Podniková norma energetiky pro rozvod elektrické energie. 2005. BÁRTA, Jaroslav. *České sdružení regulovaných elektroenergetických společností* [online]. [cit. 2014-09-05]. Dostupné z: <http://www.csres.cz/Upload/PNEV2033%20343>
- [12] Akumulace elektrické energie. *Časopis pro elektrotechniku*. [online]. [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/akumulace-elektricke-energie-9696>