

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

TECHNICKÁ FAKULTA  
KATEDRA TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ STAVEB

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Analýza elektrických sítí odběratelů z hlediska zabezpečení  
dodávek energie**

Vedoucí práce: Ing. Zbyněk Vondrášek, Ph.D.

Vypracoval: Jiří Víšek

Praha 2011

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Analýza elektrických sítí odběratelů z hlediska zabezpečení dodávek energie*, vypracoval samostatně a použil jsem jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii

V Praze, 8. Dubna 2011

.....  
podpis studenta

#### Poděkování:

Na tomto místě bych chtěl poděkovat kolektivu firmy Elektromontáže Stavby s r.o. za jejich ochotu, sdělené zkušenosti, připomínky a rady při tvorbě této bakalářské práce z hlediska norem a vyhlášek. Dále bych chtěl poděkovat pedagogickému sboru České zemědělské univerzity v Praze na Technické fakultě katedry elektrotechniky a automatizace za poskytnutí konzultací týkajících se této práce.

## Anotační list

Jméno autora: *Jiří Víšek*

Název BP: Analýza elektrických sítí odběratelů z hlediska zabezpečení dodávek energie

Anglický název:

Rok: *2011*

Obor studia: *Technologická zařízení staveb*

Ústav/odbor: *Technologická zařízení staveb*

Vedoucí: Ing. Zbyněk Vondrášek, Ph.D.

Konzultant: Ing. Zbyněk Vondrášek, Ph.D.

Bibliografické údaje: počet stran: 34

počet obrázků: 23

počet tabulek: 1

počet příloh: 2

Klíčová slova: Dodávka elektrické energie, náhradní zdroje, dieselgenerátor, UPS

Keywords: Supply of electrical energy, alternative sources, diesel generator, UPS

Anotace:

Práce je zaměřena na seznámení s typy distribučních sítí a jejími výpadky při distribuci elektřiny. Jednotlivé druhy náhradních zdrojů a ochran proti výpadku. Rozdělení prostor potřebných zabezpečit proti výpadku elektřiny z hlediska norem. Realizace zabezpečení dodávky elektřiny odběrateli pomocí náhradních zdrojů.

Abstract:

The work is focused on getting acquainted with the types of distribution network and its failures in the distribution of electricity. The various kinds of alternative sources and protection against failure. Distribution of space needed to secure against power failure in terms of standards. Implementation of security of electricity supply customers with spare resources.

## **Obsah:**

<b>1.</b>	<b>Úvod</b>	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>Cíl práce</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>Charakteristika distributorské elektrické sítě</b>	<b>7</b>
<b>4.</b>	<b>Rozdělení elektrických sítí</b>	<b>8</b>
4.1.	Rozdělení sítí odběratelů podle odběru elektřiny	8
4.2.	Rozdělení podle druhu rozvodných sítí	9
4.3.	Rozdělení podle rizikovosti úrazu	13
4.4.	Rozdělení podle rizikovosti výpadku	13
<b>5.</b>	<b>Příčiny přerušení napájení spotřebičů</b>	<b>14</b>
5.1.	Parametry elektřiny	14
5.2.	Rozdělení typů výpadků z hlediska odběratele	15
<b>6.</b>	<b>Zabezpečené prostory proti výpadku elektrické energie</b>	<b>15</b>
<b>7.</b>	<b>Způsoby zabezpečení dodávky elektrické energie</b>	<b>16</b>
7.1.	Bez využití záložních zdrojů	16
7.2.	S využitím záložních zdrojů	18
<b>8.</b>	<b>Druhy a princip záložních zdrojů</b>	<b>19</b>
8.1.	Záložní zdroje akumulující elektrickou energii	19
8.2.	Záložní zdroje vyrábějící elektrickou energii	25
8.3.	Speciální záložní zdroje	27
<b>9.</b>	<b>Historie záložních zdrojů</b>	<b>29</b>
<b>10.</b>	<b>Porovnání náhradních zdrojů elektrické energie.</b>	<b>29</b>
<b>11.</b>	<b>Revize a kontroly</b>	<b>29</b>
<b>12.</b>	<b>Závěr</b>	<b>30</b>
<b>13.</b>	<b>Seznam literatury</b>	<b>31</b>
<b>14.</b>	<b>Přílohy</b>	<b>35</b>

# 1. Úvod

Dnešní doba, kdy jsme více a více závislí na technologickém vybavení různých budov a objektů, kde se nachází mnoho výpočetní techniky, systémů automatického řízení a systémů zajišťujících bezpečnost. Otázka zní: „jak moc jsou tyto technologické systémy spolehlivé“? Jedním z parametrů spolehlivosti, je dodávka elektrické energie těmto zařízením.

Umíme si vůbec představit, co by se stalo, kdyby došlo k výpadku dodávky elektrické energie? Jaké by to způsobilo škody? Kolik lidí by to ohrozilo na zdraví, nebo dokonce na životě? A co by způsobil velký plošný dlouhodobý výpadek elektrické energie? Jeho dopad na společenskou stabilitu, ekonomiku, obranyschopnost a bezpečnost státu? Odborníci dnes dovedou vypočítat, jaké škody vzniknou při jednodenním plošném výpadku elektrické energie, jaké při týdenním a jaké při měsíčním. První den vám bude vadit, že nejde elektřina v domácnosti. Po týdnu si nebudete vědět rady s přerušením dodávky vody a dalšími službami, které bereme za samozřejmost.

Již dnes najdeme v České republice lokality, kde nelze připojit nového odběratele elektrické energie, neboť kapacita některých míst v distributorské síti to neumožňuje. Z tohoto důvodu se dá usoudit, že v budoucnu se s výpadky elektřiny se budeme setkávat čím dál častěji v důsledku poruch nebo přetížení sítě. A pak se tento problém postupně odstraňuje navyšováním kapacity a při různých rekonstrukcích distributorských sítí.

K masivnímu rozvoji záložních zdrojů došlo na přelomu 80. a 90. let minulého století. Tento byl podmíněn pokročilou technologií výroby elektroniky, záložních zdrojů a také snížením cen polovodičových prvků. Proto jako jedni z prvních, kdo začal využívat náhradní zdroje, byly provozovny počítačových systémů.

Tato práce je zaměřena na ochranu proti výpadkům dodávky elektrické energie a použití záložních zdrojů. Jejich využití v různém odvětví spotřeby elektřiny v daných sítích. Analyzuje, jaké prostory je potřeba chránit proti výpadku dodávky elektřiny a které nikoliv. Popisuje výhody a nevýhody záložních zdrojů, které slouží pro krátkodobou a dlouhodobou dodávku elektrické energie a dále co používají tyto náhradní zdroje elektřiny, jako primární zdroj energie a jejich základní princip. Také se dozvíte, jaké druhy záložních zdrojů je vhodné využít, pro zabezpečení nepřetržitého chodu některých zařízení. Naleznete zde informace, o časových intervalech revizních kontrol a průběžného testování systému záložních zdrojů. Jak se tento časový interval mění v závislosti na prostorech, ve kterých se náhradní zdroje využívají.

## 2. Cíl práce

- Cílem této práce je seznámení se s distribucí elektrické energie a následné zabezpečení odběratele proti výpadku její dodávky.
- Jednotlivé příčiny výpadků elektřiny a rizika s tím spojená.
- Vymezení prostorů, ve kterých se musí zabezpečovat dodávka elektřiny.
- Přehled o zabezpečení a typech náhradních zdrojů, které zabezpečují dodávku elektřiny z hlediska odběratelů.
- Vzájemné porovnání náhradních zdrojů elektřiny vzhledem k účelu použití.
- Historie náhradních zdrojů.
- Základní informace o údržbě a kontrolách náhradních zdrojů.

## 3. Charakteristika distributorské elektrické sítě

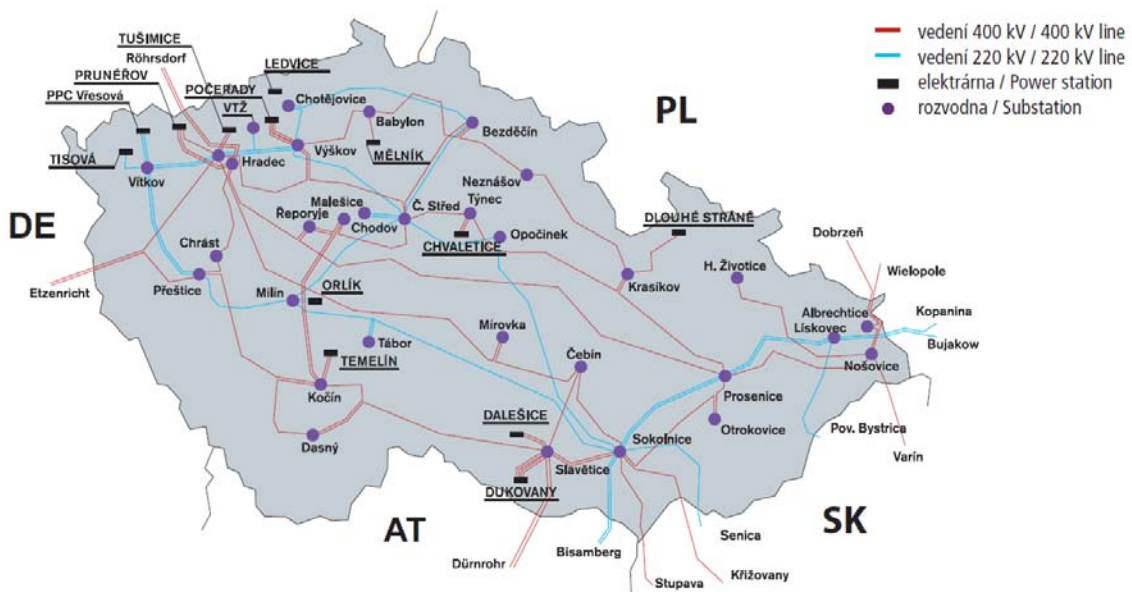
Elektrická energie vyrobená v elektrárnách různých typů a výkonů, postupuje prostřednictvím přenosové soustavy, kterou v České Republice vlastní ČEPS a.s. Regionální distributoři si pronajímají od této společnosti části přenosové soustavy a zajišťují distribuci elektřiny v jednotlivých krajích, městech, obcích a dokonce i jednotlivých odběrných míst.[1]

Dále se zde nachází tak zvaná lokální distribuční síť, která slouží pro připojení koncových odběratelů k elektrické síti a zajišťuje dodávku elektřiny. Tuto síť provozují licencovaní distributoři, ale jen na území vymezeném těmito licencemi. Tato síť může vzniknout jen na území, kde je více odběratelů připojeno na elektrickou síť prostřednictvím jednoho připojovacího bodu a to k nadřazené distribuční soustavě. Převážně se jedná o průmyslové zóny, obchodní centra nebo komplexy rodinných domů. [2]

Dalším způsobem, jak můžeme získávat elektrickou energii je prostřednictvím různých firem, které nakupují elektřinu na burzovním trhu a prodávají ji jednotlivým odběratelům. Tyto firmy stejně jako distributoři zodpovídají, za dodávku elektrické energie zákazníkům. S jediným rozdílem, že nejsou povinni odebírat elektřinu, vyrobenou z obnovitelných zdrojů, jako jsou povinni distributoři.

Obr. 1 Schematické rozkreslení přenosové soustavy ČEPS a.s.

Schéma sítí 400 a 220 kV



Zdroj [3]

Schéma slouží pouze k orientačním účelům a dochází v něm k změnám z důvodu solárních elektráren a budoucí přístavbě Temelína.

## 4. Rozdělení elektrických sítí podle rizikovosti výpadku

Distributorská síť má své typy ochran proti poklesu, nesymetrii a výpadku elektřiny, kterými se tato práce nezabývá.

### 4.1 Rozdělení sítí odběratelů podle odběru elektřiny

Rozdělení podle typu sítě, ke které se odběratelé připojují:

Nízké napětí (NN) – do 1 kV je určeno pro domácnosti a společnosti, které nemají vysoké požadavky na odebírané výkony a napětí ze sítě.

Vysoké napětí (VN) – od 1 kV do 27,5 kV v případě trakčního (řetězovkové) vedení, nebo do 38,5 kV. Trakční vedení se například používá pro napájení železniční dopravy

Velmi vysoké napětí (VVN) – do 400 kV v prostorech, kde je nedostačující napěťová hladina předchozích soustav.



Rozdělení podle počtu fází, na které se odběratelé připojují - jednofázový odběr, dvou- a tří-fázový – počet fází si odběratel volí, podle vlastní potřeby z hlediska využití vícefázového odběru. Dvoufázové odběry se běžně neuskutečňují. Převážně jen v prostorech, kde je jednofázový odběr nedostačující, nebo mají speciální využití pro druhou fázi.(speciální elektromotory, jako záložní zdrojová fáze).

Rozdělení podle odebíraného výkonu odběratelem: Při nadměrném odběru elektřiny se upravují smlouvy mezi distributory a odběrateli z hlediska využití elektřiny. Například se může jednat o vytápění elektřinou, které je šetrnější k životnímu prostředí, nebo o jiný typ využití elektrické energie.

## 4.2 Rozdělení podle druhu rozvodných sítí

Tímto rozdělením se zabývá norma ČSN 33 2000-3. Značení sítí se určuje podle pracovních vodičů a způsobu uzemnění.

Rozdělení podle pracovních vodičů je na střídavé a stejnosměrné sítě, které dále dělíme následovně.

<b>Střídavé:</b>	<u>Jednofázové:</u> 2vodičové 3vodičové	<u>Dvoufázové:</u> 3vodičové 5vodičové
	<u>Třífázové:</u> 3vodičové 4vodičové 5vodičové	

**Stejnosměrné:** 2vodičové  
3vodičové

**Podle způsobu spojení se zemí:** například TT, TN-C, TN-S a další.

**1. Písmeno** určuje vztah mezi sítí a uzemněním.

T – spojení jednoho bodu sítě se zemí

I – síť oddělená od země, případně spojení jednoho bodu sítě se zemí přes velkou impedanci

**2. Písmeno** určuje vztah neživých částí a uzemnění.

N – přímé spojení neživých částí s uzemněným bodem sítě. Nejčastěji ve středu zdroje

T – nepřímé spojení neživých částí s uzemněným bodem sítě. Nejčastěji nezávislý zemnič

**Další písmena** určují uspořádání středního a ochranného vodiče.

S – ochranný vodič (PE) je veden odděleně od pracovních vodičů

C – funkci ochranného a středního vodiče, zastupuje jediný vodič (PEN)

- **Sítě TN**

Tato síť je v ČR nejvíce používána. Jedná se o spojení všech neživých částí elektrického zařízení, prostřednictvím ochranného vodiče s jedním uzlem v síti, který je uzemněn.

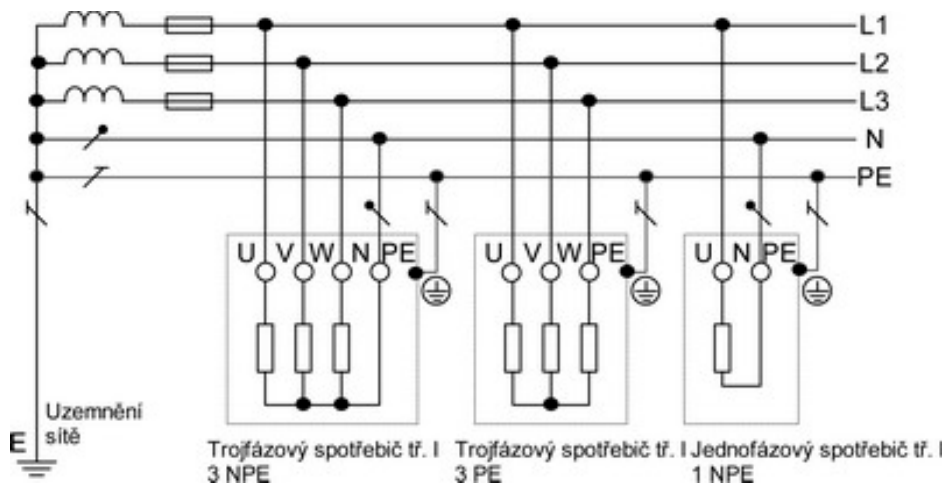
Dále se rozdělují podle uspořádání středního a ochranného vodiče na:

**TN - S** v celé síti je ochranný vodič veden odděleně

**TN - C** funkce ochranného a středního vodiče, zastupuje jediný vodič (PEN)

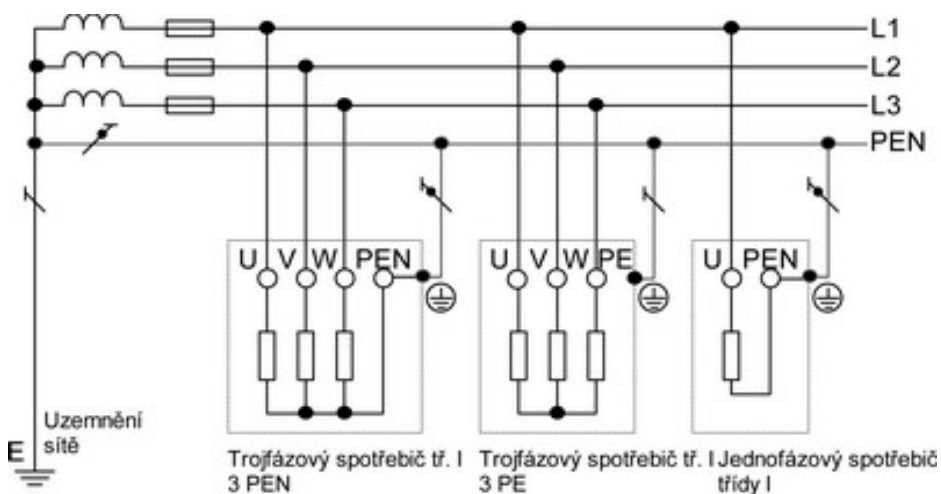
**TN - C - S** v části sítě jsou funkce ochranného a středního vodiče, zastoupeny jediným vodičem (PEN) a další části sítě jsou střední a ochranný vodič vedeny odděleně a nesmí být vzájemně spojovány. [4]

Obr. 2 Síť TN – S



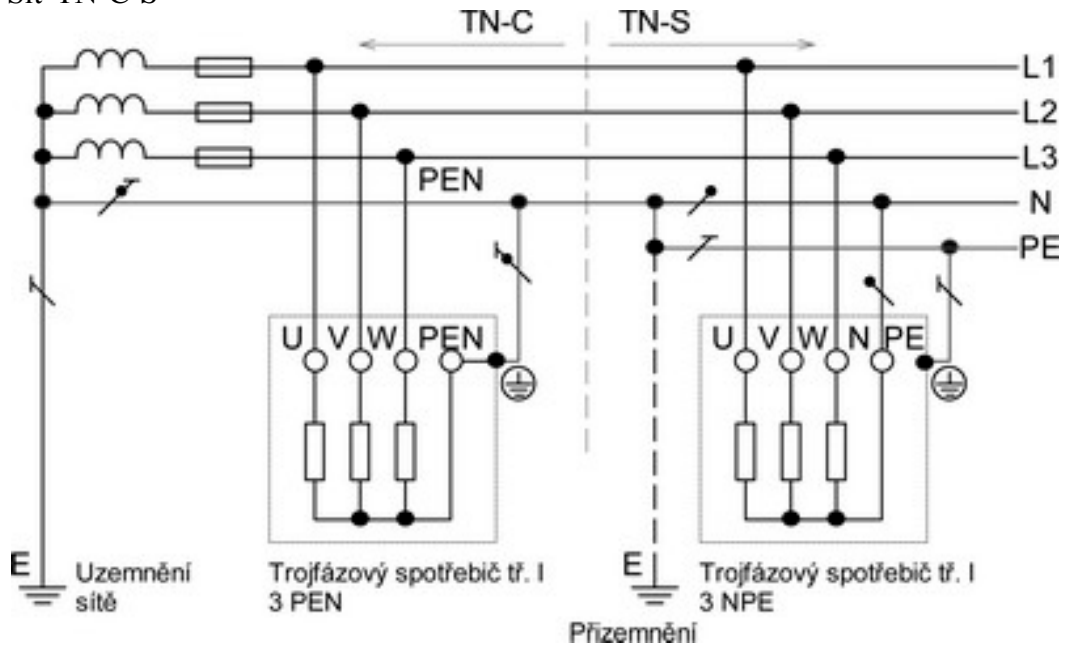
Zdroj [4]

Obr. 3 Síť TN - C



Zdroj [4]

Obr. 4 Síť TN-C-S



Zdroj [4]

- Funkce ochranného a středního vodiče je sloučena (PEN)

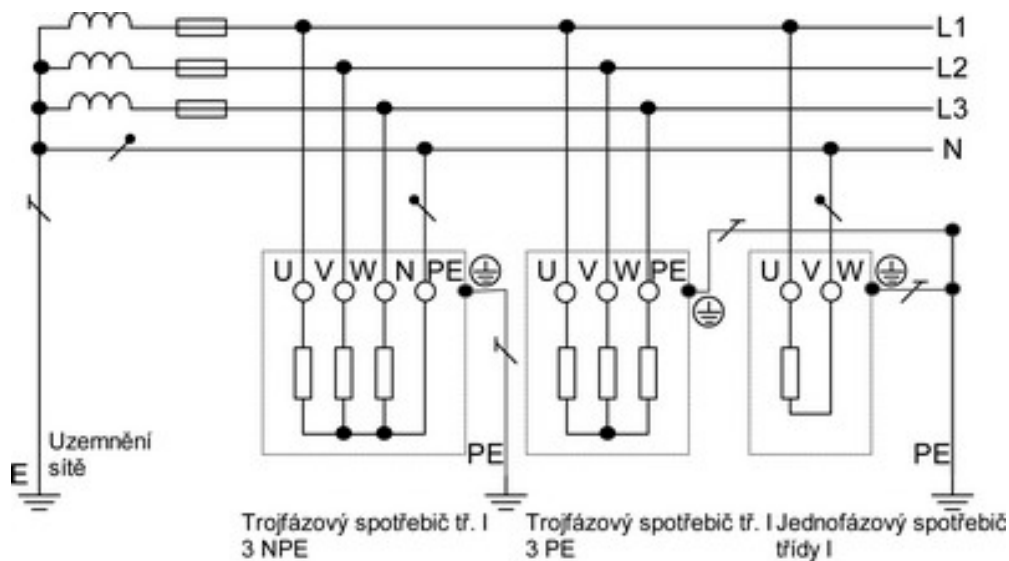
#### Síť TN - C - S

V první části sítě je funkce ochranného a středního vodiče sloučena (PEN), ve druhé části je vodič PEN rozdělen na ochranný (PE) a střední vodič (N), místo rozdělení má být přizemněno

- **Síť TT**

Mají jeden bod přímo uzemněný a neživé části připojených elektrických zařízení jsou spojeny se zemí zemniči, které jsou nezávislé na uzemnění sítě.

Obr. 5 Síť TT



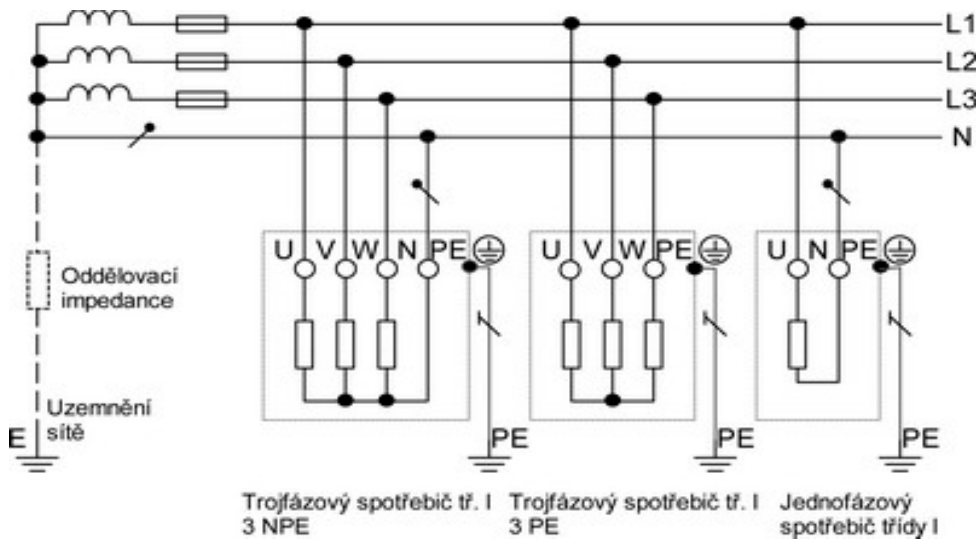
Zdroj [4]

- Neživé části elektrických zařízení jsou zemněny nezávisle na uzemnění sítě.
- První spotřebič samostatně a zbývající dva skupinově.

- **Sítě IT**

Všechny živé části jsou izolovány od země nebo jeden uzel spojený se zemí přes velkou impedanci. Neživé části připojených elektrických zařízení jsou spojeny se zemí uzemněním. Jednotlivě nebo po skupinách.

Obr. 6 Síť IT



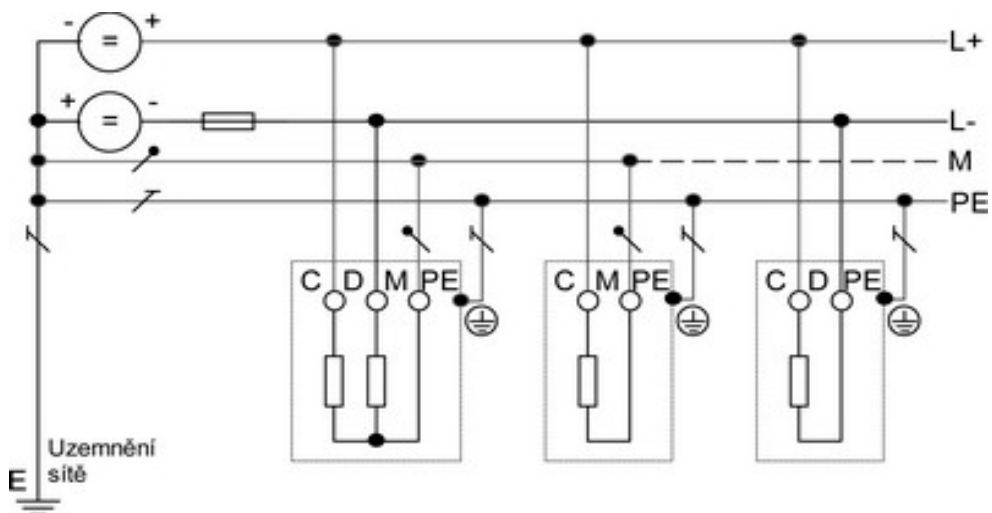
Zdroj [4]

- Síť může být zcela oddělena od země, nebo musí mít jeden uzel zdroje spojen se zemí přes velkou impedanci.
- Neživé části elektrických zařízení jsou zemněny.

**Stejnoseměrné sítě**

Realizace stejnosměrných sítí je obdobná sítím střídavých.

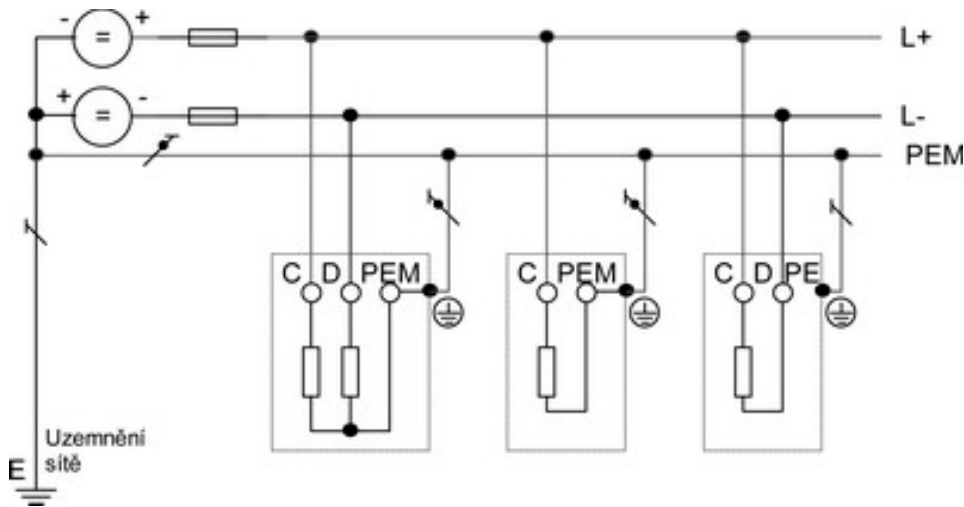
Obr. 7 Stejnoseměrná síť TN - S



Zdroj [4]

- Ochranný vodič (PE) je veden zvlášť.
- Střední vodič (M) může, ale nemusí být vyveden

Obr. 8 Stejnosemřná síť TN - C



Zdroj [4]

- Střední vodič (M) plní zároveň funkci ochranného vodiče (PEM)

### 4.3 Rozdělení podle rizikosti úrazu

Toto rozdělení z této práce vynechávám z důvodu jiné tematiky. Více nalezneme v normě ČSN EN 60529 a normách s ní spojených. Ochrana krytím, umístěním, bezpečným napětím, zabezpečení nebezpečných prostor a jiné.

### 4.4 Rozdělení podle rizikosti výpadku

Pro rozdělení podle rizikosti výpadku elektřiny nejprve musíme provést *analýzu spotřebičů* v objektu a určit, které z nich jsou pro provoz nezbytné, a přiřadíme k nim náhradní napájení ze záložních zdrojů.

Rozdělení:

Z hlediska času:

- Na krátkodobou činnost spotřebičů – k evakuaci lidí, záloze dat v případě výpočetní techniky a další.
- Na dlouhodobou činnost spotřebičů – kde je zapotřebí nepřetržitý provoz spotřebiče.

Z hlediska spotřebičů:

- běžné obvody - spotřebiče, jejichž výpadek funkce neohrozí bezpečnost osob ani základní technologické funkce objektu. (Domácí spotřebiče malé potřeby)
- důležité obvody - spotřebiče, u kterých lze připustit přerušování dodávky elektrické energie na krátkou dobu (do 10-30 sekund). (Domácí spotřebiče větší potřeby)
- velmi důležité obvody - spotřebiče, u nichž by i velmi krátký výpadek proudu způsobil

- funkční kolaps, případně další škody. (Výrobní linky a další)
- spotřebiče mimořádného významu, které musí mít dlouhodobě napájení zabezpečeno i proti poruchám, vzniklým uvnitř objektu, včetně jejich bezprostředního okolí. (nemocniční sál, řízení letového provozu) [5]

### **Strukturální analýza spotřebičů:**

Norma ČSN IEC 300-3-1 uvádí přesný postup pro výpočet spolehlivosti zařízení a rizik. Každá z těchto skupin je zabezpečena jiným stupněm zabezpečení napájení elektrickou energií. Strukturální analýza spotřebičů je důležitou součástí při projektování budovy z důvodu návrhu kabeláže a vnitřních prostor stavby.

## **5. Příčiny přerušení napájení spotřebičů**

### **5.1 Parametry elektřiny**

Parametry elektřiny jsou definovány v předávacím místě, čímž je místo přechodu z rozvodného zařízení dodavatele do odběrného zařízení odběratele podle vyhlášky č. 169/1995 Sb. § 6, odst.1 splněna dodávka elektřiny.

#### **Vyhodnocení parametrů elektřiny lze rozdělit do dvou základních kategorií**

Spolehlivost dodávky zahrnuje dlouhodobá přerušení a výpadky. Spolehlivost lze hodnotit různými globálními ukazateli, tak např. podle metodiky **UNIPED**:

- počet výpadků za rok
- průměrná doba trvání jednoho výpadku
- souhrnná doba přerušení napájení za rok

Charakteristiky napětí -jevy z oblasti elektromagnetické kompatibility (EMC)

- elektromagnetická rušení šířená vedením
- harmonické
- kolísání napětí
- poklesy a krátkodobá přerušení
- nesymetrie napětí
- přenosy a šíření signálů po vedeních
- změny kmitočtu sítě
- přechodná přepětí -impulsní rušení
- ostatní jevy související se změnami zatížení, provozním spínáním nebo atmosférickými vlivy.

### **Standardní parametry elektřiny**

Podle právních předpisů je povinností dodavatele zajistit a dodržovat standardní parametry elektřiny. Základní požadavek vyplývající z ustanovení § 6 odstavec 2, vyhlášky č. 169 / 1995 Sb.: "Elektřina je dodávána v kvalitě odpovídající doporučeným technickým normám". V této vyhlášce se mimo jiné nacházejí, také toleranční výchylky elektřiny, které musíme respektovat.

Podklad pro vymezení standardních parametrů elektřiny v distribučních sítích nn a vn včetně způsobu jejich vyhodnocování a měření **ČSN EN 50 160** - Charakteristiky napětí elektrické

energie dodávané z veřejné distribuční sítě.

Tato norma udává hodnoty hlavních charakteristik napětí, jaké může za normálních provozních podmínek očekávat kterýkoliv odběratel. Přesné hodnoty tolerancí nalezneme v příslušné normě. [6]

## 5.2 Rozdělení typů výpadků z hlediska odběratele

Základní rozdělení:

- Výpadek distributorské sítě (před hlavním jističem)  
Z příčiny:
  - přerušení distributorské sítě
  - porucha rozvodny
  - změna parametrů elektřiny mimo rozsah tolerance
  - rekonstrukce distributorské sítě
  - atmosférické vlivy a další důvody
  
- Výpadek elektřiny v objektu (za hlavním jističem)  
Z příčiny:
  - porucha elektroinstalace
  - změna obvodových parametrů elektřiny mimo rozsah tolerance jisticích prvků vlivem spotřebiče
  - atmosférické vlivy a další

Elektroinstalace v budovách a objektech je natolik složitý systém, že nelze vyloučit ani vnitřní poruchu v instalaci, často způsobenou náhodným jevem (např. porucha některého spotřebiče). Statistiky ukazují, že 50 – 80% problémů s napájením elektrickou energií vzniká právě uvnitř objektů. Proto, jak již bylo uvedeno, jsou spotřebiče mimořádného významu vybaveny lokálním zdrojem náhradního napájení (UPS).

## 6. Zabezpečené prostory proti výpadku elektrické energie

Zvláštností je, že tuto otázku žádná norma ani vyhláška **obecně** neřeší. Jediný způsob řešení této problematiky, je konkrétní řešení jednotlivých prostor.

Většina technických řešení se odvozuje z vyhlášky číslo 23/2008 Sb. o technických podmínkách požární ochrany staveb. V této vyhlášce získáme základní informace o nutnosti umístění záložních zdrojů k napájení ventilátorů. Tato dále odkazuje například na ČSN 73 0802, ČSN 73 0831 a ČSN 33 2000-5-56 což jsou normy pro nevýrobní objekty a objekty pro shromažďování osob a z nich vyplývá použití zařízení sloužících k protipožárnímu zabezpečení a tato zařízení již vyžadují záložní napájení.

U prostor, které je zapotřebí zajistit více než podle vyhlášky číslo 23/2008 a norem ČSN 73 0802, ČSN 73 0831 se řídíme pomocí norem, které se vztahují na daný typ objektů. Například: zabezpečení elektrické sítě nemocnic je dáno normou ČSN 33 2140 - Elektrický rozvod v místnostech pro lékařské účely.

## 7. Způsoby zabezpečení dodávky elektrické energie

### 7.1 Bez využití záložních zdrojů

#### I) Z hlediska dodávky elektrické energie.

Tyto způsoby zabezpečení nelze využít samostatně k zabezpečení nepřetržitého provozu spotřebičů. Slouží k snížení pravděpodobnosti výpadku elektrické energie ze strany odběratele a případným změnám parametrů elektřiny, které by mohli mít za následek poruchu spotřebičů nebo výpadek elektřiny ze strany odběratele.

-Tyto způsoby se mezi sebou a záložními zdroji kombinují dle potřeby a požadavků na zabezpečení.

- **Napájením rozvaděčů z více míst.**

1. Přívod elektrické energie je proveden dvěma nebo více přívody elektřiny k objektu, které jsou na sobě nezávislé.(Přívody z různých trafostanic distributorských sítí, neboli z různých uzlů distributorských sítí.)
2. Propojení jednotlivých nebo všech rozvaděčů v objektu tak, aby v případě nefunkčnosti některého z nich, byla jeho funkce nahrazena rozvaděčem s ním propojeným.

Podrobné informace o zapojení a parametrech prvků nacházejících se v rozvaděčích nalezneme v normách zabývajících se strukturou elektroinstalace.

- **Ochrany proti změnám parametrů elektřiny**

Typy ochran:

**Před elektromagnetickým rušením:** Řešení a příčin je ohromné množství a vztahují se k typu spotřebiče. Více informací nalezneme v normách ČSN EN 61 000. Například: Odušovací kondenzátory, tlumivky, filtry nebo umístění feromagnetického materiálu okolo přívodního vodiče k spotřebiči.

Obr. 9. Ochrany před šířením elektromagnetického pole.



Zdroj [7]



Zdroj [8]



**Před harmonickým rušením** (přenosy a šíření signálů po vedeních): Vlivem používání nelineárních spotřebičů, nebo zařízení využívající elektroinstalaci jako síť s mnoha využitími (datová síť), dochází k deformaci sinusového průběhu proudu. Tento průběh bude tvořen sinusovým proudem, jehož frekvence odpovídá frekvenci sítě a proudy vyšších harmonických, jejichž frekvence jsou násobky frekvence sítě. Impedance sítě způsobuje výpadky napětí na těchto frekvencích, všechny "harmonické" nebo "vyšší harmonické" způsobují zatěžování napájecí sítě. Způsob ochrany je nevyužívání těchto spotřebičů nebo zařízení a pořízení ochrany před harmonickým rušením. [9]

Obr. 10 Ochrana před harmonickým rušením.



Zdroj [9]

Před nesymetrií a kolísáním napětí, impulzním rušením a výpadkům elektřiny s extrémně malou dobou. Zabezpečení proti těmto jevům se provádí pomocí tzv. **hlídačů napětí**, který zastupuje ochranná zařízení řešící jednotlivé stavy napětí.

Obr. 11 hlídač napětí



Zdroj [10]



Zdroj [11]

- **Uspořádání:**

3. Ochrana celé elektroinstalace v objektu zabezpečuje pouze parametry elektřiny na vstupu do objektu, ale nezabezpečuje elektroinstalaci uvnitř objektu, takže může dojít k ovlivnění parametrů elektřiny vlivem jednotlivých spotřebičů uvnitř elektroinstalace.

4. Ochrana dílčích částí elektroinstalace zabezpečuje parametry elektřiny v dílčích částech elektroinstalace nebo u jednotlivých spotřebičů. Rozdělení vychází z umístění ochranného prvku v elektroinstalaci.

## **II) Z hlediska přerušení elektrické energie.**

### ➤ Volba typu rozvodné sítě.

Například zvolením IT sítě místo nejběžnější TN, snížíme pravděpodobnost přerušení elektřiny z důsledku izolování od země. (Rozdílné způsoby výskytu zkratu v různých typech sítě.)

### ➤ Duplikace rozvodů a spotřebičů

Duplikace rozvodů sníží pravděpodobnost nefunkčnosti elektroinstalaci.

Duplikace spotřebičů sníží pravděpodobnost nefunkčnosti spotřebičů.

### ➤ Jistící prvky

Tato problematika zasahuje mimo tematiku této práce. Zde budou zmíněny pouze informace týkající se způsobu zabezpečení dodávky elektřiny.

Rozdělení jističů:

- Jističe s okamžitým vypínacím proudem (ČSN EN 60 898, ČSN EN 60947-2).
- Jističe s nadproudovou vypínací spouští (ČSN 60 947, ČSN EN 60 898).
- Jističe s proudovým chráničem (ČSN EN 61009)

Zvláštní situace nastává v případě jištění generátorů a motorů (např. záložní dieselaagregáty), které se oproti běžné elektroinstalaci vyznačuje vysokou vnitřní impedancí. V případě poruchy sice dojde k nárůstu poruchového proudu, ale má malé hodnoty. Z tohoto důvodu musí být použity jističe s nadproudovou vypínací spouští již od dvojnásobku jmenovitého proudu.

Jistící prvky jsou v elektroinstalaci seřazeny vzestupně, směrem od spotřebiče k hlavnímu jističi, aby nedocházelo k výpadkům jističů nadřazených.

Spotřebiče, které chráníme před výpadkem, by měly mít samostatné jističe.

### ➤ Hromosvody

Ochrana spotřebičů a elektroinstalace před úderem blesku je řešena v normě ČSN EN 50164.

## **7.2 S využitím záložních zdrojů:**

Realizace se provádí obdobně jako u zabezpečení bez využití záložních zdrojů (7.1). S výjimkou, že do elektroinstalace je připojen obvod se záložním zdrojem.

Záložní zdroje umísťujeme před jednotlivé spotřebiče, nebo před jednotlivé části elektroinstalace, které napájí více spotřebičů.

➤ **Některé typy náhradních zdrojů mohou zabezpečit proti:**

Výpadku napájení:	úplná ztráta napájecího napětí po dobu delší než dvě sinusové periody.
Krátkodobému poklesu: Napěťové špičce:	pokles napětí o 15 - 20 % na dobu nepřesahující jednu vteřinu. krátkodobé přepětí o více než 10 % jmenovitého napětí.
Dlouhodobému podpětí: Dlouhodobému přepětí:	dlouhodobá hladina nižšího napětí. dlouhodobá hladina vyššího napětí.
Rušení v síti:	odstraňuje elektromagnetické rušení.
Změnám kmitočtu:	dochází k nesprávné funkčnosti spotřebiče.
Napěťovým rázům:	mžikové špičky až do 20 000V, které způsobí například elektrostatický výboj.
Harmonickým rušením:	nelineární zatížení v síti. (motory s regulací otáček.)

## 8. Druhy a princip záložních zdrojů

### 8.1 Záložní zdroje akumulující elektrickou energii.

Jako krátkodobý záložní zdroj slouží tzv. Uninterruptible Power Supply dále jen UPS. UPS zdroje elektřinu nevyrábí, pouze ji akumulují v akumulátorech, proto z ekonomických důvodů se nevyplatí využívat UPS na dobu delší než přibližně 2 hodiny. Přesný čas se určuje z množství akumulátorů potřebných na pokrytí příkonu. Norma zabývající se UPS je ČSN EN 62040

Obr. 12. Přenosný náhradní zdroj (UPS)



Zdroj [12]

## Rozdělení zdrojů UPS:

Podle výstupního proudu: stejnosměrné zdroje  
střídavé zdroje:

Podle počtu fází zdroje: jednofázové  
třífázové

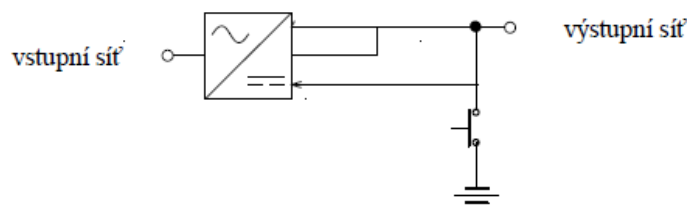
Podle potřeby v provozu: mobilní zdroje  
stacionární zdroje

Problematika UPS: - odebíraný proud  
- akumulátory  
- prostory s akumulátory  
- dimenzování kabeláže

## **Stejnoseměrné zdroje UPS**

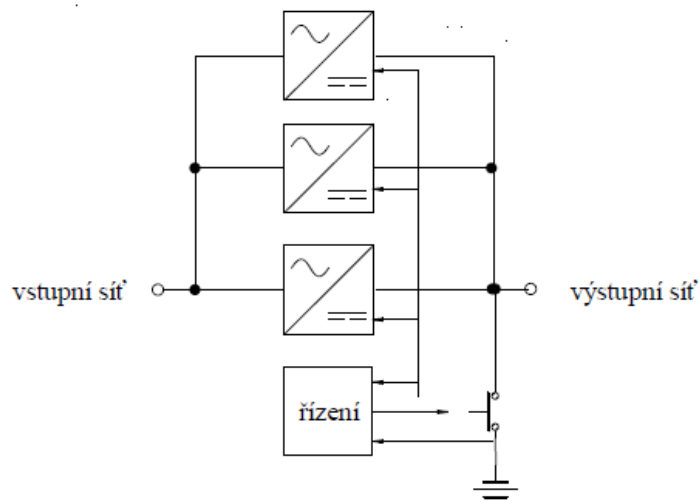
Jsou stavěny jako on-line zdroje, to znamená s nulovou prodlevou při přechodu do zálohového režimu. Měníč vytvářející stejnosměrné napětí obvykle pracuje na principu spínané technologie zajišťující vysokou účinnost a stabilitu výstupního napětí i při velkých změnách vstupního napětí nebo zatížení. Moderní systémy jsou koncipovány modulárně, kdy celkový výkon systému je dán paralelně redundantním zapojením více usměrňovačů s možností připojení jedné nebo dvou sad baterií.

Obr. 13. Princip nemonulární UPS:



Provádí se s výstupním napětím: 12, 24, 48, 60, 110, 220V

Obr. 14. Princip modulární UPS:



- **Střídavé záložní zdroje:**

Podle prodlevy při přechodu do zálohového režimu a zpět:

- bez prodlevy – on-line
- s prodlevou řádově v jednotkách ms - off-line, line interaktiv

Podle tvaru výstupního napětí v zálohovém režimu:

- sinusový – on-line (Převážně k pohonům elektromotorů)
- obdélníkový – off-line, line interaktiv

Podle způsobu stabilizace zdroje:

- off-line – k stabilizaci dochází pouze přechodem do zálohového režimu
- line interactive – výstupní napětí se skokově stabilizuje
- on-line – spojitá stabilizace v širokém rozsahu vstupního napětí

### **Módy provozu UPS:**

Off – line:

- Proud prochází ze vstupu přímo na výstup, při přerušení napájení pomocí relé přepne na výstup z měniče napětí. Tento typ není schopen úpravy podpětí nebo přepětí.

Line – interactive:

- Jedná se o zdokonalený Off - line. Dokáže skokově stabilizovat vstupní napětí, aniž by přecházel na bateriový režim, aby se co nejvíce blížilo předepsanému napětí. Při větší nestabilitě nebo při úplném výpadku vstupního napětí dochází zde k přepnutí na baterie, a to s prodlevou napětí 4 - 10 ms, což nemusí být pro některé citlivé zátěže z provozního hlediska vhodné.

On – line:

- Nejpokročilejší typ UPS. Napětí nejdříve projde filtry, poté se usměrní a následně rozstřídává na výstupní napětí. Na stejnosměrném meziobvodu jsou připojeny akumulátory přes usměřňovač. Mají menší účinnost, ale jsou vhodná pro všechny typy zátěží, a to i v prostředí s výrazně nestabilní sítí.

Tab.1. Rozdělení UPS podle pracovního módu.

	Off-line	Line-interactive	On-line
Výkon (kVA)	0,25 - 2	0,3 - 500	0,5 - 500
Prodleva při výpadku (ms)	5	0 - 5	0
Cena	nízká	střední	vysoká
Stabilita výstupního napětí	nízká	střední	vysoká
Zkreslení výst. napětí	vysoké	střední	nízké
Možnost řízení frekvence	ne	ne	ano
Možnost řízení napětí	ne	ne	ano
Provozní účinnost	vysoká	velká	nízká
Přenos kolísání vstupního napětí na výstup	velký	střední	velmi malý

➤ Způsob zapojení:

Zapojení náhradního zdroje UPS se liší podle typu elektroinstalace, módu provozu a údajů daných výrobcem. Je dáno výrobcem s ohledem na dodržení normy ČSN EN 62040 a normám s ní spojených.

K obecné představě o zapojení mohou pouze říct, že se jedná o sérioparalelní zapojení nebo pouze paralelní, ve kterém jsou akumulátory s převaděči napětí vždy zapojeny paralelně.

➤ Základní vlastnosti UPS:

**Účinnost na vstupu** je dnes standardně 0,99. Při použití klasického usměrňovače se pohybuje mezi 0,82 a 0,9.

**Zkreslení vstupního proudu zdroje** se dnes pohybuje mezi 2 a 3%. Tím odstraňuje problémy se zpětným vlivem zdrojů na síť. Díky nízkým ztrátám měničům zdroje UPS dosahují účinnosti až 94%. Nižší ztrátové teplo má velký vliv na dimenzování klimatizací, čímž snížíme náklady na provoz UPS. U zdrojů velkých výkonů (nad 100kVA) se nachází chlazením výkonových prvků pomocí tepelných trubíc nebo vodním chlazením. Moderní měniče mají vyšší provozní spolehlivost, ale jsou citlivější na přepětí v napájecí síti. Důležitým parametrem je provozní rozsah vstupního napětí. Zejména možnost provozu střídače při poklesu hodnoty vstupního napětí o 20% a více. [13]

**Paralelní řazení zdrojů UPS**, se nepoužívá jen z důvodu navýšení výkonu zdroje, ale také umožňuje zvýšit provozní spolehlivost. Díky tomuto zapojení je možné programově jednotlivé zdroje vypínat (snížené spotřeby). Standardně jsou zdroje UPS vybaveny **bypasssem**, většinou se samostatně jištěným vstupem. Tento obvod umožňuje napájení zátěže přímo ze sítě při poruše nebo přetížení střídače ve zdroji UPS (Eko-mód).[13]

➤ **Jedno a třífázové UPS:**

Z ekonomických důvodů se v provozu nejvíce využívají jednofázové náhradní zdroje. V případech, kde je zapotřebí třífázového náhradního zdroje, je možnost využití jednofázového s frekvenčními měniči. Však nevýhodou této volby je navýšení odběru na 1,5 násobek spotřebiče.

➤ **Problematika UPS**

Pro návrh UPS potřebujeme znát 3 základní údaje počet fází, proud (u motorů rozběhový proud) a dobu provozu náhradního zdroje.

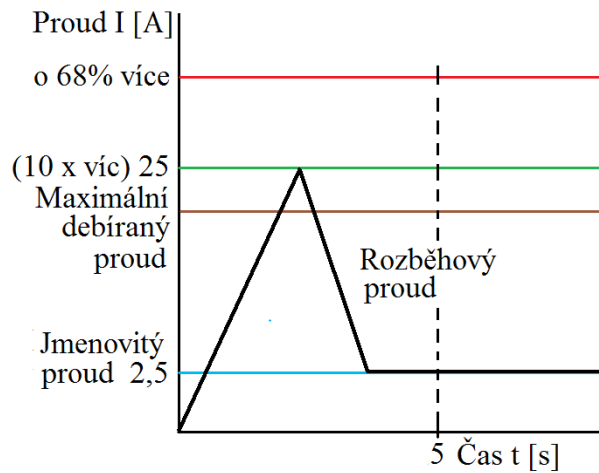
Odebíraný proud:

Problémem ohledně proudu nastává v momentě, kdy záložní zdroje UPS uvádějí do provozu různé typy elektromotorů (například ventilátory). Dochází k momentu nejvyššího odběru proudu z akumulátorů na 7 až 12 násobek jmenovitého proudu. Akumulátory dovolují přetížení až o 68% po dobu kratší než 5 sekund.

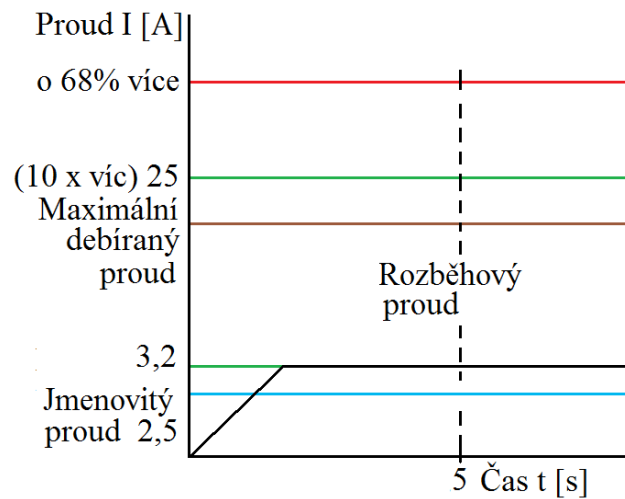
Řešení tohoto problému může být použití frekvenčního měniče nebo postupné uvádění motorových spotřebičů do provozu (pomocí řídicí ústředny nebo pomocí časového relé) v prostorech, kde to nezakazuje vyhláška 23/2008 nebo normy ČSN 73 0802, ČSN 73 0831 a

ČSN 33 2000-5-56. Musíme brát v potaz, že přidáním frekvenčního měniče snižujeme spolehlivost.

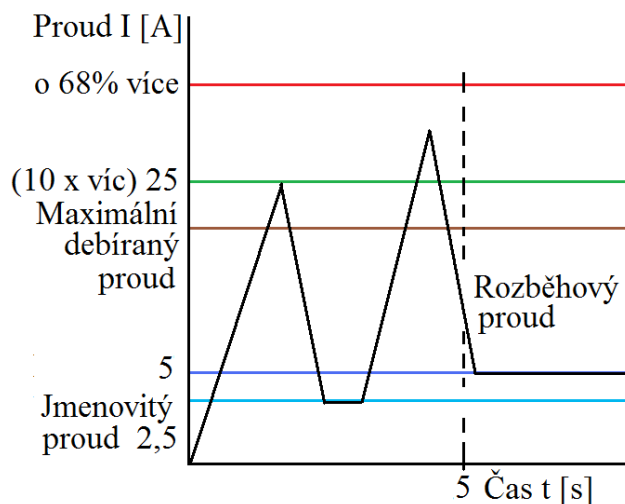
Obr. 15. Bez využití prostředků na snížení rozběhových proudů.



Obr. 16. S využitím frekvenčního měniče.



Obr. 17. Postupným uváděním do provozu.



Po sestavení charakteristik rozběhových proudů lze určit velikost proudu poskytovaného náhradním zdrojem UPS.

### ➤ Akumulátory:

Akumulační baterie mohou být opatřeny diagnostickým zařízením až na úroveň jednotlivých článků. Ta sice zvyšuje cenu zdroje UPS, ale nabízí provozovateli relativně slušný přehled o stavu akumulátorů a tím o spolehlivosti zdroje UPS.

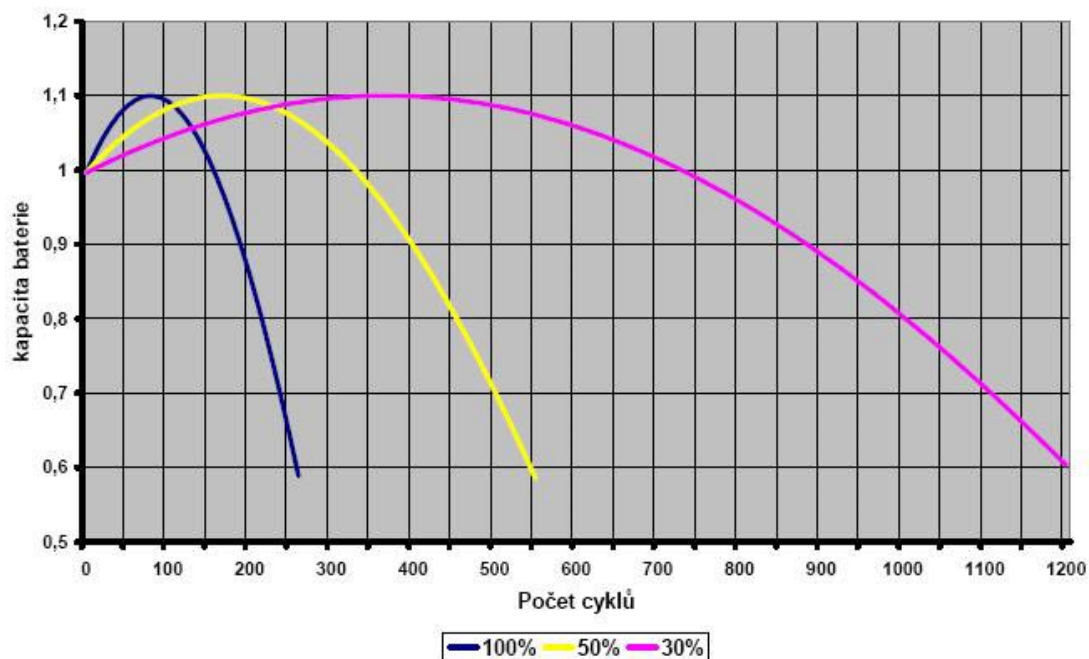
Zdroje UPS využívají olověné akumulátory, které jsou dodnes nepřekonané z hlediska odběru proudu, ale mají také svá úskalí.

Spolehlivostní analýzy, které se pro zabezpečené napájení objektů kritické infrastruktury zpracovávají, vedou k jednoznačnému závěru. Kritickým prvkem záložních zdrojů z hlediska spolehlivosti jsou baterie, a to nejen ve zdroji UPS, ale také jako startovací baterie generátorů.

#### Nevýhody akumulátorů:

Mají omezenou životnost, udávanou nejen časově (tři, pět, případně deset let), ale také počtem provozních cyklů vybití/nabití.

Obr. 18. Závislost měrné kapacity akumulátoru na hloubce vybití.



Zdroj [14]

Na obrázku je typická závislost kapacity baterie na počtu provozních cyklů s ohledem na hloubku vybití. Zjišťujeme, jak moc zkracuje životnost akumulátorů úplné vybití.

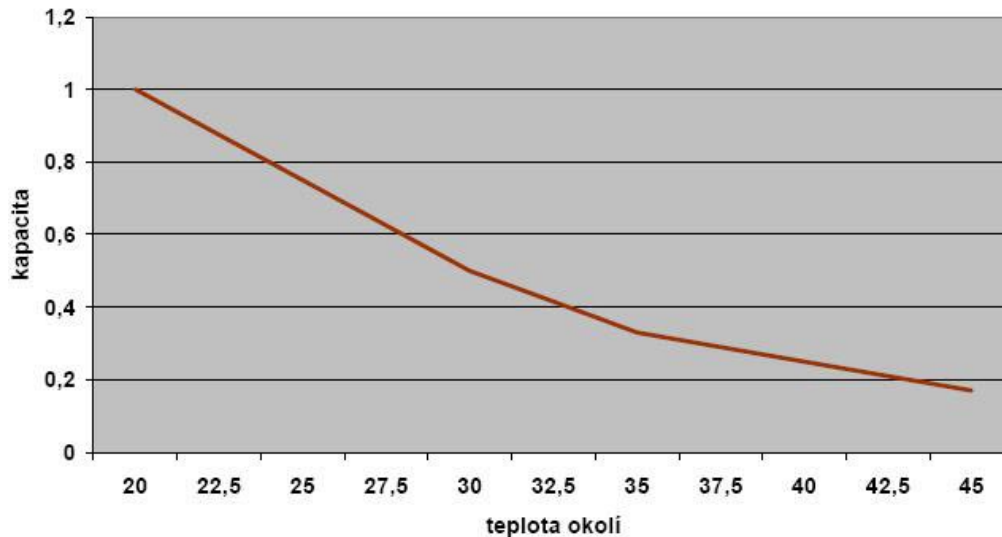
Baterie tvoří nejtěžší, nejrozměrnější a nejdražší součást zdrojů UPS. Řazením článků do série potřebujeme dosáhnout napětí střídavého, přibližně 400V a skládáme je ze dvou voltových článků. Z toho vyplývá snížení spolehlivosti. Porucha jednoho článku způsobí kolaps celého řetězce a tedy i zdroje UPS. Nelze předem stoprocentně přesně určit, kdy životnost baterie končí.



Po skončení životnosti baterií je problémem jejich ekologická likvidace. Baterie pro svůj provoz potřebují prostředí s konstantní teplotou 20 – 22°C, jinak jejich životnost prudce klesá.

- Pro jejich provoz je nutná klimatizace. [14]

Obr. 19. Závislost měrné kapacity na okolní teplotě.



Zdroj [14]

### ➤ **Prostory s akumulátory**

Musí být odvětrávány z důvodu uvolňování vodíku z akumulátorů.

Musí vybaveny klimatizací, z důvodu pracovní teploty akumulátorů.

Podlaha v prostorech s akumulátory musí být konstruována s ohledem na váhu akumulátorů.

Tyto prostory musí být zabezpečeny proti požáru a úrazu elektrickým proudem.

Postupy a výpočty těchto prostor řeší norma ČSN 33 2610.

### ➤ **Dimenzování kabeláže**

Tuto problematiku řeší norma ČSN 34 1020.

Z důvodu velkých cenových nákladů na nehořlavé vodiče se provádí, dimenzování vodičů

dvěma hledisky: část napájecí

část zdrojová

## **8.2 Záložní zdroje vyrábějící elektrickou energii.**

Jedná se o generátory, které elektrickou energii vyrábí.

Normy řešící tyto zdroje jsou ČSN 38 5422 a ČSN EN 62040

### ➤ **Generátor vyrábějící elektrickou energii.**

Nelze jej využít jako samostatný záložní zdroj v případě, kdy se jedná o nepřetržitou dodávku elektřiny, pokud se nejedná o dynamickou UPS nebo energocentrum.

Délka provozu je omezena pouze množstvím energetického zdroje pro výrobu elektřiny.

Nejběžnějším typem generátoru je dieselgenerátor, který využívá jako zdroj energie motorovou naftu. V ojedinělých případech se používají generátory s jiným zdrojem energie (plyn, benzin a jiné alternativní zdroje energie).

- **Dieselgenerátor:**

Bývá složen do jednoho konstrukčního celku, ve kterém se nachází: Naftový motor spojený se synchronním generátorem, chladicí okruh motoru a palivová nádrž.

Vzhledem k velké spolehlivosti a jednoduché údržbě je dieselgenerátor brán, jako jeden z nejlepších mobilních i stacionárních náhradních zdrojů.

Jeho největší nevýhodou je doba potřebná k uvedení do provozu, kterou musím kompenzovat jiným způsobem nebo jiným záložním zdrojem a však pro zabezpečení dodávky elektrické energie v prostorech, kde není požadavek na nepřetržitý provoz, je absolutní jedničkou (například staveniště). Vyniká jeho mobilita, výkon a nenáročnost na obsluhu.

### **Dimenzování a konfigurace dieselgenerátoru**

Pro dimenzování dieselgenerátoru dodávají výrobci obvykle vlastní software. Tento software je licencován, většinou není „free“ – naopak k ceně (nemalé) je i bezplatná aktualizace přes internet. Dimenzování (konfigurace) dieselgenerátoru probíhá v několika krocích. [15]

Prvním krokem je stanovení provozního režimu dieselgenerátoru. Provozní režimy dieselgenerátoru jsou stanoveny normou ISO 8528-1[15].

**Režim ESP (Emergency Standby Power)** - V tomto režimu je možný trvalý provoz stroje do proměnlivé zátěže v případě poruchy v rozvodné síti průměrně na 70% jmenovitého výkonu po dobu max. 200 hodin v průběhu 1 roku (doporučeno 50 hodin za 1 rok). Typická aplikace je záložní zdroj pro budovy. Není přípustné přetížení stroje. [15]

**Režim STANDBY** - V tomto režimu je možný trvalý provoz stroje do proměnlivé zátěže v případě poruchy v rozvodné síti průměrně na 70% jmenovitého výkonu po dobu max. 500 hodin v průběhu 1 roku (doporučeno 200 hodin za 1 rok). Typická aplikace je záložní zdroj pro všeobecné použití. Není přípustné přetížení stroje. [15]

**Režim PRIME** - V tomto režimu je možný trvalý provoz stroje do proměnlivé zátěže bez časového omezení průběhu průměrně na 70% jmenovitého výkonu. Přetížení je možné max. o 10%, a to po dobu jedné hodiny v průběhu 12 hodin. Celková doba přetížení je max. 25 hodin za 1 rok. Typické použití je záložní zdroj v průmyslu. [15]

**Režim CONTINUOUS** - V tomto režimu je možný trvalý provoz stroje do stálé zátěže bez časového omezení průběhu průměrně na 70%-100% jmenovitého výkonu. Přetížení nad 100% výkonu není možné. Typické použití je jako nouzový zdroj v dlouhodobém režimu. [15]

Nejčastěji využívanými režimy jsou STANDBY a PRIME. Z tohoto důvodu se vydává k těmto režimům většina technických dat strojů.

Druhým krokem je určení provozního prostředí, ve kterém stroj bude pracovat: Určení okolních teplot, vlhkostí, nadmořské výšky a požadavků na emise výfukových plynů.

Třetím krokem je určení a popis zátěží, podle charakteristik zátěží.

( Stejně jako u UPS: symetrie, účinnost, rozběhové charakteristiky a další)

Po zpracování seznamu spotřebičů s jejich příkony, rozběhovými proudy, odchylky frekvence a napětí. Dojdeme k závěru, že nám vyjde generátor nepřiměřeně velkého výkonu. Z tohoto důvodu rozdělujeme spotřebiče do skupin, aby se postupným spouštěním mohl omezit požadavek na velikost odebíraného proudu.

Součástí stroje bývá také startovací a dobíjecí obvod, který je zdvojený a napojený na dispečerský stůl. Důležitou součástí je i předehřev motorového oleje.

Návrh generátoru musí obsahovat včetně elektrické struktury ještě návrhy: palivového hospodářství, vzduchotechniky, Odvodu spalin, hlučnosti a vibrací

Tato problematika se řeší odděleně podle prostor, kde se generátor nachází.

### ➤ **Dynamické UPS nepřerušitelného zdroje.**

Obr. 20. Dynamická UPS.



Zdroj [16]

Skládají se z generátoru napětí, hřídele, na které je induktivně vázaný setrvačnický a dieselových motorů. Hřídel je vybavena volnoběžnou spojkou, která zabezpečuje rozběh dieselového motoru vždy s nulovou zátěží. Indukční setrvačnický hromadí kinetickou energii, která zabezpečí v případě výpadku napájení překlenutí doby nutné pro start dieselového motoru.

### **8.3 Speciální záložní zdroje.**

V dnešní době velkého množství solárních a větrných elektráren existuje způsob, jak nebyť závislý na záložních zdrojích, které jsou popsány v kroku 8.1 a 8.2.

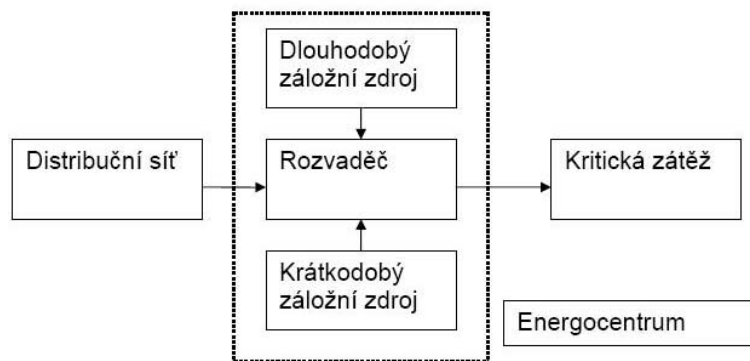
- I. Jedná se o **elektrárny malého rozsahu**, které dodávají elektřinu do distribučních sítí, nebo alespoň množství vyrobené elektřiny přesahuje pokrytí spotřebičů, které je zapotřebí zabezpečit proti přerušování dodávky elektrické energie.

V těchto případech se může elektrická energie z distributorských sítí brát, jako záložní zdroj nebo naopak se bere jako záložní zdroj vyrobená elektřina, která může být uschována v akumulátorech.

## II. Energocentra:

Jedná se o kombinaci generátoru a akumulátorové UPS. Kde UPS pokrývá dobu napájení elektrické sítě, než dojde k výrobě elektrické energie generátorem.

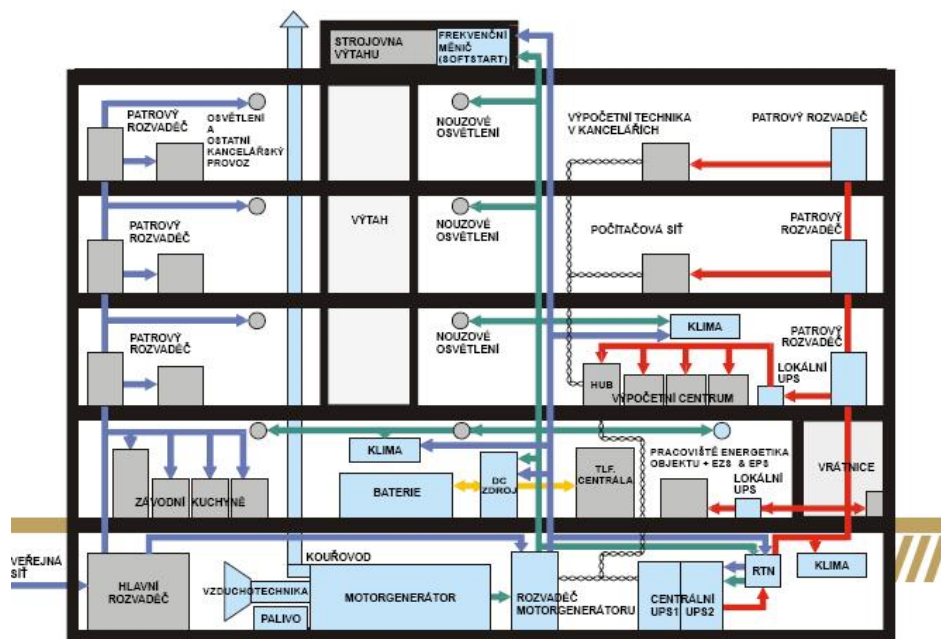
Obr. 21. Blokové schéma energocentra.



Zdroj [17]

Energocentrum je kompletováno a testováno ve výrobním závodě jako celek na společném rámu, a takto transportováno na místo instalace, čímž jsou zvýšeny nároky na dopravu zařízení do místa provozu. Proto je možnost jej dodávat v rozebraném stavu, který navyšuje požadavky na odborný personál instalující energocentrum.

OBR. 22. Orientační schéma realizace energocentra:



Zdroj [18]

Za účelem zvýšení spolehlivosti je možno přívod do hlavního jističe duplikovat, prostřednictvím přivedení elektrické energie z různých transformátorů distribuční sítě, které jsou na sobě nezávislé.

## **9. Historie záložních zdrojů.**

Problematika s výpadkem elektřiny nás provází už dlouhá léta a nároky na dodávku elektřiny se postupně zvyšují používáním novějších a novějších technologií v oboru. První typy záložních zdrojů elektřiny se objevují v dobách druhé světové války, kdy bylo za potřeby mobility zdroje a záložních systémů. V bojích mohli lodě přijít o primární zdroj energie (parní stroj) a loď by se stala snadným terčem pro nepřítele. Proto se začalo na lodě umisťovat jako zdroj náhradní energie naftové generátory. Ty ovšem nebyli schopni okamžitě dodávat elektřinu, takže pořád zůstávala doba, po kterou elektřina nešla. Tento časový interval se poprvé začal eliminovat na konci druhé světové války pomocí elektrických točivých strojů – motor generátory, kde motor poháněl synchronní alternátor.

Nástupem polovodičových prvků v 80. letech minulého století došlo k výrobě prvních záložních zdrojů, které bychom mohli nazvat jako UPS. Začali se využívat, jako náhradní zdroj pro výpočetní techniku, která se také právě rozvíjela. Bylo zapotřebí uložení dat a korektní vypnutí počítače.

Dnes se chová záložní zdroj UPS jako síťový prvek, který může komunikovat, a být ovládám výpočetní technikou.

## **10. Porovnání náhradních zdrojů elektrické energie.**

Porovnávání náhradních zdrojů elektrické energie se provádí, podle míry schopnosti zabezpečit elektrickou energii pro jednotlivé spotřebiče. Z hlediska doby náběhu do provozu a doby, kterou je náhradní zdroj schopen napájet spotřebiče. Dalším kritériem jsou pořizovací a provozní náklady, čímž se dostáváme k ekonomickému pohledu na tyto zařízení. Z nákladů na provoz a opravy se dá zjistit, zda je vhodnější použít zdroj akumulátorový, generátorový nebo jejich kombinaci (energocentrum).

Z tohoto důvodu, by měla být součástí návrhu nejen strukturální analýza, ale také analýza ekonomiky záložního zdroje. Zda je výhodnější zvolit levnější typ záložního zdroje s většími náklady na provoz a opravy nebo dražší s menšími provozními náklady a větší životností komponentů.

Proto je jedním z nejdůležitějších prvků, od kterých se odvozuje typ náhradního zdroje, je strukturální analýza určující stupeň bezpečnosti dodávky elektrické energie.

## **11. Revize a kontroly**

Příslušné revizní kontroly a zkoušky funkčnosti jednotlivých systémů zabezpečující dodávku elektrické energie se provádí podle příslušných norem a vyhlášek, které jsou dány pro jednotlivé typy systémů a prostor, ve kterých se systém zabezpečení elektrické energie nachází.

**Příslušné normy:**

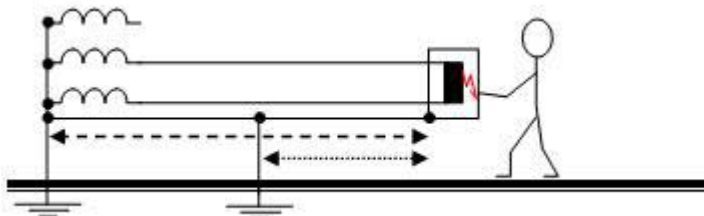
Pro UPS platí ČSN EN 50091-1.

Elektromagnetické kompatibility UPS řeší ČSN EN 50091-2.

Funkční požadavky kladené na UPS jsou uvedeny v ČSN EN 50091-3.

Dále se provádí kontrola zabezpečení proti úrazu elektrickým proudem.

Obr.č.23 Zvýšení nebezpečí úrazu elektrickým proudem v obvodech se záložními zdroji.



Zdroj [19]

Záložní zdroje UPS představují obecně větší nebezpečí a vyžadují pečlivější revizní kontrolu. Ochrany před nebezpečným dotykem musíme řešit z pohledu, kdy UPS nedodává elektřinu do sítě a z pohledu kdy ji dodává. V případě náhradního zdroje s malým výkonem (do 15kVA) může nastat situace, která si bude vyžadovat zapojení přes proudový chránič.

## 12. Závěr

Provedená studie analyzuje problematiku dodávky elektrické energie odběrateli a zajištění náhradní dodávky energie při výpadcích distributorské sítě. Zahrnuje i otázky ochrany před úrazu elektrickým proudem v sítích s náhradními zdroji. Upozorňuje na faktickou neexistenci obecných předpisů upravujících případy nutného zajištění náhradní dodávky elektřiny při výpadcích dodávky z distributorských sítí. Zmíněné náhradní napájení je řešeno v návaznosti na dosti různorodé předpisy a normy – např. pro požárně bezpečnostní zajištění různých staveb, pro objekty zemědělské výroby, nebo pro zdravotnická zařízení.

Důležitým tématem je popis principů různých záložních zdrojů elektřiny a způsobů jejich provozování.

Záložní zdroje založené na akumulaci elektrické energie slouží pro dodávku proudu stejnosměrného a ve spolupráci s elektronickými měniči i pro dodávku střídavého proudu. S ohledem na jejich vlastnosti a především životnost jejich základní součásti – akumulátoru – jsou vhodné pro příkonově relativně méně náročné spotřebiče a krátkodobější výpadky s dobou trvání řádově do 2 hodin. Pro dlouhodobější dodávku a příkonově náročnější spotřebiče by byly akumulátory se značně vyšší ampérhodinovou výkonností s ohledem na hloubku vybíjení za provozu (odběru).

Naproti tomu strojní záložní zdroje elektřiny jsou schopné dodávky energie i výrazněji déle. Bez zvláštních opatření však nejsou použitelné pro nepřetržitě dodávky energie kvůli časovým prodlevám při startech. Tato nevýhoda je odstranitelná použitím v tandemu s akumulátorovým záložním zdrojem, tj. vytvořením energocentra. Složitost a rozměrnost

takových zařízení kladou nároky na dopravu na místo, kvalifikovanou montáž, obsluhu i údržbu.

Nepřerušitelné strojní zdroje se jeví jako překonané z důvodu masivního rozvoje výkonové elektroniky a nevýhody vibrací kvůli rotujícím součástem. Tyto vibrace mají za následek hlučnost, opotřebení ložisek a spojek k pohonným spalovacím motorům. Díky vývoji je vliv zmíněných vibrací a tím i možné poruchovosti omezován a strojní nepřerušitelné zdroje jsou vyráběny a používány dodnes. V řadě případů je možno synchronní stroje těchto zařízení využít i pro další účely – např. pro kompenzaci účinníku, kdy vylepšují provozovatelům kvalitu energetického odběru z distributorské sítě a tím i úspory na platbách za energii.

### 13. Seznam literatury

- [1] *Ceny energie* [online]. 2010 [cit. 2011-04-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.cenyenergie.cz/distributor-elekriny.dic>>.
- [2] *LUMEN* [online]. 11.1.2011 [cit. 2011-04-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.lumen.eu/cz/skupina-lumen-international/lokalni-distribucni-site>>.
- [3] BAROCH, Pavel. *Aktuálně.cz* [online]. 11.1.2011 [cit. 2011-04-08]. Dostupné z WWW: <<http://aktualne.centrum.cz/domaci/zivot-v-cesku/clanek.phtml?id=687722>>.
- [4] BUBENÍČEK, Jaroslav . *Etm.cz* [online]. 20 Srpen 2008 [cit. 2011-04-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.etm.cz/rubriky/energetika/74-druhy-rozvodnych-siti>>.
- [5] ING. KUČHTA, Karel. *Elektrika.cz* [online]. 4.02.2010 [cit. 2011-04-08]. Dostupné z WWW: <<http://elektrika.cz/data/clanky/zapezpeceni-nepretrzite-dodavky-elektricke-energie/view>>.
- [6] *E.ON Česká republika, s.r.o.* [online]. 2008 [cit. 2011-04-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.sez-zlin.cz/data/parametry-elekriny.pdf>>.
- [7] *Pendatron.cz* [online]. 2010 [cit. 2011-04-08]. Využití feritů v EMI VII. Dostupné z WWW: <[http://pendatron.cz/?2597&vyuziti\\_feritu\\_v\\_emi\\_vii\\_%96\\_vyber\\_materialu](http://pendatron.cz/?2597&vyuziti_feritu_v_emi_vii_%96_vyber_materialu)>.
- [8] *Awas.sk* [online]. 2011 [cit. 2011-04-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.awas.sk/cennik.php?kategoria=5&skupina=90>>
- [9] *PRONIX s.r.o.* [online]. 2010 [cit. 2011-04-08]. Dostupné z WWW: <[http://www.pronix.cz/aktivni\\_filtry.html](http://www.pronix.cz/aktivni_filtry.html)>.
- [10] *Prag-info.cz* [online]. 2011 [cit. 2011-04-08]. Dostupné z WWW: <[http://www.prag-info.cz/\\_shop/index\\_php?shop=MTExNA==&akce=rubrika&idoddeleni=688](http://www.prag-info.cz/_shop/index_php?shop=MTExNA==&akce=rubrika&idoddeleni=688)>.
- [11] RNDR. DUDÁŠ, Jozef CSc., SALTEK. *Elektro* [online]. 2011 [cit. 2011-04-08]. Inteligentní“ podpěťová a přepěťová ochrana měničů a motorů . Dostupné z WWW: <[http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=25030](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=25030)>.

- [12] *Pimpala.cz* [online]. 2011 [cit. 2011-04-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.pimpala.cz/Zalozni-zdroje/EATON-UPS-Nova-AVR-625-USB.html>>.
- [13] ING. KUČHTA, Karel. *Elektrika.cz* [online]. 22.1.2010 [cit. 2011-04-08]. Základní vlastnosti zdrojů UPS. Dostupné z WWW: <<http://elektrika.cz/data/clanky/zakladni-vlastnosti-zdroju-ups>>.
- [14] ING. KUČHTA, Karel. *Elektrika.cz* [online]. 24.08.2009 [cit. 2011-04-08]. Akumulátory ve zdrojích UPS. Dostupné z WWW: <<http://elektrika.cz/data/clanky/akumulatory-ve-zdrojich-ups>>.
- [15] ING. KUČHTA, Karel. *Elektrika.cz* [online]. 30.12.2009 [cit. 2011-04-08]. Dimenzování a konfigurace dieselgenerátoru. Dostupné z WWW: <<http://elektrika.cz/data/clanky/dimenzovani-a-konfigurace-dieselgeneratoru>>.
- [16] Elteco UPS s.r.o. [online]. 2011 [cit. 2011-04-08]. Dostupné z WWW: <[http://www.elteco-ups.cz/cz/produkty/zalozni\\_zdroje/dynamicke-ups.php](http://www.elteco-ups.cz/cz/produkty/zalozni_zdroje/dynamicke-ups.php)>.
- [17] *Elektrika.cz* [online]. 2010 [cit. 2011-04-08]. Dostupné z WWW: <[http://elektrika.cz/obr/09\\_lp\\_dodavky\\_03v.jpg](http://elektrika.cz/obr/09_lp_dodavky_03v.jpg)>.
- [18] *Elektrika.cz* [online]. 2010 [cit. 2011-04-08]. Dostupné z WWW: <[http://elektrika.cz/obr/09\\_lp\\_energo\\_01v.jpg](http://elektrika.cz/obr/09_lp_energo_01v.jpg)>.
- [19] *Elektrika.cz* [online]. 14.4.2004 [cit. 2011-04-08]. UPS a frekvenční měniče. Dostupné z WWW: <<http://elektrika.cz/data/clanky/klimups040414>>.



## Seznam obrázků:

<b>Obr. č. 1</b>	Schematické rozkreslení přenosové soustavy ČEPS a.s.	8
<b>Obr. č. 2</b>	Síť TN – S	10
<b>Obr. č. 3</b>	Síť TN – C	10
<b>Obr. č. 4</b>	Síť TN – C - S	11
<b>Obr. č. 5</b>	Síť TT	11
<b>Obr. č. 6</b>	Síť IT	12
<b>Obr. č. 7</b>	Stejnoseměrná síť TN – S	12
<b>Obr. č. 8</b>	Stejnoseměrná síť TN – C	13
<b>Obr. č. 9</b>	Ochrany před šířením elektromagnetického pole	16
<b>Obr. č. 10</b>	Ochrana před harmonickým rušením	17
<b>Obr. č. 11</b>	Hlídač napětí	17
<b>Obr. č. 12</b>	Přenosný náhradní zdroj (UPS)	19
<b>Obr. č. 13</b>	Princip nemodulární UPS	20
<b>Obr. č. 14</b>	Princip modulární UPS	20
<b>Obr. č. 15</b>	Bez využití prostředků na snížení rozběhových proudů	23
<b>Obr. č. 16</b>	S využitím frekvenčního měniče	23
<b>Obr. č. 17</b>	Postupným uvedením do provozu	23
<b>Obr. č. 18</b>	Závislost měrné kapacity na hloubce vybíjení	24
<b>Obr. č. 19</b>	Závislost měrné kapacity na okolní teplotě	25
<b>Obr. č. 20</b>	Dynamická UPS	27
<b>Obr. č. 21</b>	Blokové schéma energocentra	28
<b>Obr. č. 22</b>	Orientační schéma realizace energocentra	28
<b>Obr. č. 23</b>	Zvýšení nebezpečí úrazu elektrickým proudem v obvodech se záložními zdroji	30

## **Seznam tabulek:**

Tab. 1	Rozdělení UPS podle pracovního módu	21
--------	-------------------------------------	----

## **Seznam příloh:**

I.	Seznam nejpodstatnějších norem v oblasti VN a NN	35
II.	Distributoři náhradních zdrojů	38

## 14. Přílohy

Příloha č. I. Seznam nejpodstatnějších norem v oblasti VN a NN.

ČSN 33 0010	Rozdělení napětí (mn, nn, vn...)	1984
ČSN 33 016x	Značení vodičů a svorek (ČSN EN 60445, ČSN EN 60446)	97 a 2000
ČSN 33 017x	Sdělovače a ovladače (ČSN EN 60073)	1999
ČSN 33 0121	Normalizovaná napětí	2001
ČSN 33 0330	Krytí – IP kód (ČSN EN 60 529)	1993
ČSN 33 0420-1	Koordinace izolace	1998
ČSN 33 1500	Revize el. zařízení	1990
ČSN 33 1600	Revize ručního nářadí	1994
ČSN 33 1610	Revize spotřebičů	2005
ČSN 33 2000-3	Stanovení základních charakteristik	1995
ČSN 33 2000-4-41	Ochrana před úrazem el. proudem	2000
ČSN 33 2000-4-41	Ochrana před úrazem el. proudem	2000
ČSN 33 2000-4-41 ed. 2	Ochrana před úrazem el. proudem	2007
ČSN 33 2000-4-42	Ochrana před popálením	1994
ČSN 33 2000-4-43	Ochrana proti nadproudům	2003
ČSN 33 2000-4-45	Ochrana před podpětím	1996
ČSN 33 2000-4-46	Odpojování a spínání	1995
ČSN 33 2000-4-46 ed. 2	Odpojování a spínání	2002
ČSN 33 2000-4-47	Opatření k zajištění ochrany před úrazem el. proudem	1997
ČSN 33 2000-4-473	Opatření k ochraně proti nadproudům	1994
ČSN 33 2000-4-481	Výběr opatření na ochranu před úrazem elektrickým proudem podle vnějších vlivů	1997
ČSN 33 2000-4-482	Ochrana proti požáru v prostorách se zvláštním rizikem nebo nebezpečím	2000
ČSN 33 2000-5-51	Výběr a stavba elektrických zařízení	2000
ČSN 33 2000-5-51 ed. 2	Výběr a stavba elektrických zařízení	2006
ČSN 33 2000-52	Výběr soustav a stavba vedení	1998
ČSN 33 2000-5-523	Dovolené proudy	2002
ČSN 33 2000-5-53	Spínací a řídicí přístroje	1994
ČSN 33 2000-5-537	Přístroje pro odpojování a spínání	2001
ČSN 33 2000-5-54	Uzemnění a ochranné vodiče	1996
ČSN 33 2000-5-54 ed. 2	Uzemnění a ochranné vodiče (nahrazuje ČSN z r. 1996)	2007
ČSN 33 2000-5-559	Svítidla a světelná instalace	2006
ČSN 33 2000-5-56	Napájení sloužící v případě nouze	1996
ČSN 33 2000-6-6	Revize (nahrazuje ČSN 33 2000-6-61 z 2004)	2007
ČSN 33 2000-6-61	Výchozí revize	2004
ČSN 33 2000-7-701	Prostory s vanou nebo sprchou a umývací prostory	1997
ČSN 33 2000-7-701 ed. 2	Prostory s vanou nebo sprchou a umývací prostory	2007
ČSN 33 2000-7-702	Plavecké bazény a fontány	1996
ČSN 33 2000-7-702 ed. 2	Plavecké bazény a jiné nádrže	2003
ČSN 33 2000-7-703	Místnosti se saunovými kamny	1997
ČSN 33 2000-7-703 ed. 2	Místnosti a kabiny se saunovými kamny	2005
ČSN 33 2000-7-704	El. zařízení na staveništích a demolicích	2001
ČSN 33 2000-7-704 ed. 2	El. zařízení na staveništích a demolicích	2007

ČSN 33 2000-7-705	Zemědělství a zahradnictví	1995
ČSN 33 2000-7-705 ed. 2	Zemědělství a zahradnictví	2007
ČSN 33 2000-7-706	Omezené vodivé prostory	1996
ČSN 33 2000-7-706 ed. 2	Omezené vodivé prostory	2007
ČSN 33 2000-7-707	Uzemnění v instalacích zařízení pro zpracování dat	1997
ČSN 33 2000-7-708	Kempy a karavany	1998
ČSN 33 2000-7-708 ed. 2	Parkovací místa pro karavany kempech	2006
ČSN 33 2000-7-711	Výstavy, přehlídky a stánky	2004
ČSN 33 2000-7-713	Nábytek	2005
ČSN 33 2000-7-714	Zařízení pro venkovní osvětlení	2001
ČSN 33 2000-7-715	Světelná instalace napájená malým napětím	2006
ČSN 33 2000-7-717	Mobilní a transportovatelné buňky	2005
ČSN 33 2000-7-753	Podlahová a stropní vytápění	2003
ČSN 33 2130 + Z2	Vnitřní elektrické rozvody	1983
ČSN 33 2135	Koupelny, umývárny a sprchy	1990
ČSN 33 2180	Připojování el. přístrojů a spotřebičů	1979
ČSN 33 2190	Připojování el. strojů a pohonů s elektromotory	1986
ČSN 33 2312	El. zařízení v hořlavých látkách a na nich	1985
ČSN 33 2410	Kina	1992
ČSN 33 2420	Divadla a jiné objekty pro kulturní účely	1986
ČSN 33 2550	Jeřáby a zdvihadla	1991
ČSN 33 2610.	Akumulátorové a nabíjecí stanice a stanoviště akumulát	1979
ČSN 33 3201	Elektrická instalace nad 1 kV	2002
ČSN 33 3210	Rozvodná zařízení	1986
ČSN 33 3240	Stanoviště výkonových transformátorů	1987
ČSN 33 3301	Stavba el. venkovních vedení do 52 kV	1997
ČSN 33 3320	Elektrické přípojky	1995
ČSN 34 0350	Pohyblivé vedení a šňůrová vedení	1964
ČSN 34 1090	Prozatímní el. zařízení	1973
ČSN 34 1390	Hromosvody	1969
ČSN 34 2100	Nadzemní sdělovací vedení	1977
ČSN 35 7030	Rozvodnice a elektrorozvodná jádra	1971
ČSN EN 50281-1-2	El. zařízení pro prostory s hořlavým prachem	1999
ČSN EN 60076-1 + A11	Výkonové transformátory – Část 1: Všeobecně	1999
ČSN EN 60076-11	Výkonové transformátory – Část 11: Suché transformátory	2005
ČSN EN 60076-13	Výkonové transformátory - Část 13: Transformátory s vlastním chráněním plněné kapalinou	2007
ČSN EN 60204-1	Stroje	2000
ČSN EN 60204-1 ed. 2	Stroje (nahrazuje ČSN EN 60204-1 z r. 2000)	2007
ČSN EN 60439-1	Rozváděče nn	2003
ČSN EN 60439-2	Rozváděče nn – zvláštní požadavky na přípojnicový rozvod	1996
ČSN EN 60439-3	Rozváděče nn – rozvodnice určené k instalaci do míst přístupných laické obsluze	1995
ČSN EN 60439-4 ed. 2	Rozváděče nn – zvláštní požadavky pro staveništní rozváděče	2005
ČSN EN 60446 ed. 2	Označování vodičů	2008
ČSN EN 60664-1	Koordinace izolace zařízení nízkého napětí	2004

ČSN EN 60694	Společná ustanovení pro vysokonapěťová spínací a řídicí zařízení	2000
ČSN EN 61243-1	Zkoušečky napětí - Část 1: Kapacitního typu pro použití při střídavém napětí nad 1 kV	2006
ČSN EN 62271-200	Vysokonapěťová spínací a řídicí zařízení – Část 200: Kovově kryté rozváděče na střídavý proud pro jmenovitá napětí nad 1 kV do 52 kV včetně	2004
ČSN EN 62305	Obecné principy – odlehčeně (k řadě ČSN EN 62305)	
ČSN EN 62305-1	Ochrana před bleskem – Část 1: Obecné principy	2006
ČSN EN 62305-3	Ochrana před bleskem – Část 3: Hmotné škody na stavbách a nebezpečí života	2006
ČSN EN 62305-4	Ochrana před bleskem – Část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách	2006
PNE 33 0000-1	Ochrana před úrazem el. proudem v distribučních soustavách a přenosové soustavě	2008
PNE 33 0000-3	Revize a kontroly elektrických zařízení přenosové a distribuční soustavy	2000
PNE 33 0000-5	Umístění přepětového ochranného zařízení SPD typu T1 v elektrických instalacích odběrných zařízení	2008
PNE 33 0000-7	Navrhování a umísťování svodičů přepětí v distribučních sítích do 1 kV	2007
PNE 33 0000-8	Navrhování a umísťování svodičů přepětí v distribučních sítích nad 1 kV do 45 kV	2005

Tento učební text nemá za cíl nahradit normy a potřebu jejich studia. Vlastnictví norem je pro práci a učení nezbytné. Tento dokument pomáhá vybrat to nejpodstatnější a umožňuje snazší zapamatování.

Vybraná pravidla z norem jsou ta, která se týkají prostředí bez nebezpečí výbuchu.

Vynechány byly věci, které jsou buď samozřejmé, nebo se v praxi moc nevyužijí. Pokud je nezbytná práce s tabulkami z norem, je nutné použít přímo normy ve své úplné podobě.

Zdroj seznamu je:

*Klimsa : normySeznam.pdf* [online]. 2007 [cit. 2011-04-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.klimsa.cz/stahni/normySeznam.pdf>>.

Příloha č. II. Distributoři náhradních zdrojů

## Motorgenerátory



## Záložní zdroje (UPS)



		Rating (VA / W)	Runtime <sup>1</sup>	Part Number	APC Equivalent	Input Plugs <sup>2</sup>	Output Plugs	Comms Ports	Net/Tel protection	Intelligent SNMP WEB	Form factor (downlink)	Dims and Wgt (HxWxD - mm)	3rd year warranty (Part code)
	Desktop Protection	500VA 300W	11 min	PSP500MT3-230U	BK500EI	C14/10A		USB	•	-	Tower	215 x 87 x 251 - 3,9 kg	PF1YR-MU-00
		650VA 390W	8 min	PSP650MT3-230U	BK650EI	C14/10A		USB	•	-	Tower	215 x 87 x 251 - 3,9 kg	PF1YR-MU-01
	Desktop Protection	500VA 300W	12 min	PSA500MT3-230U	BR500I	C14/10A		USB	•	-	Tower	171x95x356 - 5,4 kg	PF1YR-MU-01
		650VA 390W	8,5 min	PSA650MT3-230U	BR600I	C14/10A		USB	•	-	Tower	171x95x356 - 5,9 kg	PF1YR-MU-01
		1000VA 600W	12 min	PSA1000MT3-230U	BR1000I	C14/10A		USB	•	-	Tower	234x147x360 - 9,5 kg	PF1YR-MU-02
		1500VA 900W	10,5 min	PSA1500MT3-230U	BR1500I	C14/10A		USB	•	-	Tower	234x147x360 - 11,6 kg	PF1YR-MU-04
	Wiring Closet	750VA 675W		PS750RT3-230	SUA750I	C14/10A		Serial/USB	•	SNMP/Web Card <sup>3</sup>	Tower_Rack <sup>4</sup>		PF1YR-MU-03
		1000VA 900W	12 min	PS1000RT3-230	SUA1000I	C14/10A		Serial/USB	•	SNMP/Web Card <sup>3</sup>	Tower_Rack <sup>4</sup>	2U_88 x 440 x 412 - 20 kg	PF1YR-MU-03
		1500VA 1350W	9 min	PS1500RT3-230	SUA1500I	C14/10A		Serial/USB	•	SNMP/Web Card <sup>3</sup>	Tower_Rack <sup>4</sup>	2U_88 x 440 x 412 - 21 kg	PF1YR-MU-04
		2200VA 1980W	11 min	PS2200RT3-230	SUA2200I	C20/16A		Serial/USB	•	SNMP/Web Card <sup>3</sup>	Tower_Rack <sup>4</sup>	2U_88 x 440 x 457 - 35 kg	PF1YR-MU-05
		3000VA 2700W	9 min	PS3000RT3-230	SUA3000I	C20/16A		Serial/USB	•	SNMP/Web Card <sup>3</sup>	Tower_Rack <sup>4</sup>	2U_88 x 440 x 457 - 38 kg	PF1YR-MU-05
	Wiring Closet	1000VA 900W	15 min scalable	PS1000RT3-230XR	SUA1000RM2U	C14/10A		Serial/USB	•	SNMP/Web Card <sup>3</sup>	Tower_Rack <sup>4</sup>	2U_88 x 440 x 460,5 - 23 kg	PF1YR-MU-03
		1500VA 1350W	13 min scalable	PS1500RT3-230XR	SUA1500RM2U	C14/10A		Serial/USB	•	SNMP/Web Card <sup>3</sup>	Tower_Rack <sup>4</sup>	2U_88 x 440 x 460,5 - 26 kg	PF1YR-MU-04
		2200VA 1980W	14 min scalable	PS2200RT3-230XR	SUA2200RM2U	C20/16A		Serial/USB	•	SNMP/Web Card <sup>3</sup>	Tower_Rack <sup>4</sup>	2U_88 x 440 x 700,5 - 42 kg	PF1YR-MU-05
		3000VA 2700W	13 min scalable	PS3000RT3-230XR	SUA3000RM2U	C20/16A		Serial/USB	•	SNMP/Web Card <sup>3</sup>	Tower_Rack <sup>4</sup>	2U_88 x 440 x 700,5 - 46 kg	PF1YR-MU-05
	Wiring Closet	700VA 490W	44 min scalable	GXT2-700RT230	N/A	C14/10A		Serial/USB <sup>2</sup>	-	SNMP/Web Card <sup>3</sup>	Tower_Rack <sup>4</sup>	2U_87 x 547 x 430 - 22,5 kg	PF1YR-MU-03
		1000VA 700W	25 min scalable	GXT2-1000RT230	SURT1000LI/SURT1000RM2U	C14/10A		Serial/USB <sup>2</sup>	-	SNMP/Web Card <sup>3</sup>	Tower_Rack <sup>4</sup>	2U_87 x 547 x 430 - 22,6 kg	PF1YR-MU-03
		1500VA 1050W	20 min scalable	GXT2-1500RT230	N/A	C14/10A		Serial/USB <sup>2</sup>	-	SNMP/Web Card <sup>3</sup>	Tower_Rack <sup>4</sup>	2U_87 x 547 x 430 - 23,2 kg	PF1YR-MU-05
		2000VA 1400W	14 min scalable	GXT2-2000RT230	SURT2000LI/SURT2000RM2U	C14/10A		Serial/USB <sup>2</sup>	-	SNMP/Web Card <sup>3</sup>	Tower_Rack <sup>4</sup>	2U_87 x 547 x 430 - 24,7 kg	PF1YR-MU-05
		3000VA 2100W	16 min scalable	GXT2-3KRT230E	SURTD3000LI/SURTD3000RM2U	C20/16A		Serial/USB <sup>2</sup>	-	SNMP/Web Card <sup>3</sup>	Tower_Rack <sup>4</sup>	2U_87 x 818 x 430 - 31,9 kg	PF1YR-MU-06
		4500VA 3150W	24 min scalable	GXT2-4500RT230	SURTD4500LI/SURTD4500RM2U	Hardware		Serial/USB <sup>2</sup>	-	SNMP/Web Card <sup>3</sup>	Tower_Rack <sup>4</sup>	5U_221 x 547 x 430 - 67 kg	Please contact us
		6000VA 4200W	17 min scalable	GXT2-6000RT230	SURTD6000LI/SURTD6000RM2U	Hardware		Serial/USB <sup>2</sup>	-	SNMP/Web Card <sup>3</sup>	Tower_Rack <sup>4</sup>	5U_221 x 547 x 430 - 67 kg	Please contact us
		10000VA 7000W	15 min scalable	GXT2-10000R230K	SURTD10000RM2U	Hardware		Serial/USB <sup>2</sup>	-	SNMP/Web Card <sup>3</sup>	Rack	6U_260 x 600 x 410 - 100 kg	Please contact us
10000VA 7000W	14 min scalable	GXT2-10000T230	SURTD10000LI	Hardware		Serial/USB <sup>2</sup>	-	SNMP/Web Card <sup>3</sup>	Tower	300 x 600 x 675 - 110 kg	Please contact us		

Offline Protection for your Desktop Computer								
Rating VA	150VA	300VA	450VA	600VA	700VA	850VA	1000VA	1250VA
Runtime	13	5	3	-	-	-	-	-
	14	9	7	4	3	-	-	-
	19	11	9	8	7	6	5	3
Line Interactive UPS for your Professional Desktop Workstation								
Rating VA	350VA	500VA	650VA	800VA	900VA	1000VA	1200VA	1500VA
Runtime	7	3	-	-	-	-	-	-
	8.5	4	2	-	-	-	-	-
	26	12	8.5	5	4	3	-	-
	43	16.5	13	9	8	6	4	3
Line Interactive UPS for your Servers and Network Equipment								
Rating VA	400VA	800VA	1000VA	1500VA	1800VA	2200VA	2600VA	3000VA
Runtime	18	8.5	5.5	-	-	-	-	-
	31	12	9	-	-	-	-	-
	51	18.5	15	9	7	5	-	-
	62	30	25	13	11	8.5	6.5	5
Extended Runtime	94	48	31.5	-	-	-	-	-
	103	62	42.5	18	-	-	-	-
	108	59	49	27.5	18	15	-	-
	118	66	55	31.5	26.5	17	14.5	12
Online UPS Solutions for your Critical Servers and Network Equipment								
Rating VA	700VA	1000VA	1500VA	2000VA	3000VA	4500VA	6000VA	10000VA
Runtime	17	-	-	-	-	-	-	-
	16	11	-	-	-	-	-	-
	22	12	7	-	-	-	-	-
	22	14	9	6	-	-	-	-
	41	27	16	9	5	-	-	-
	90	61	38	27	17	10	-	-
	84	60	37	26	17	10	7	-
	128	99	73	47	29	17	12	5
	109	84	62	41	26	16	11	5
Extended Runtime	68	-	-	-	-	-	-	-
	64	44	-	-	-	-	-	-
	89	51	28	-	-	-	-	-
	67	42	27	18	-	-	-	-
	164	109	64	38	20	-	-	-
	218	155	10	79	50	31	-	-
	202	153	102	74	49	30	21	-
	312	240	175	110	69	43	29	15
	378	291	231	171	95	61	42	23

**MiniTower: Liebert PSPXT**  
PSPXT450-230USB  
PSPXT700-230USB  
PSPXT1250-230USB

**MiniTower: Liebert PSA**  
PSA500MT3-230U  
PSA650MT3-230U  
PSA1000MT3-230U  
PSA1500MT3-230U

**Rack/MiniTower: Liebert PSI**  
PS1000RT3-230XR  
PS1500RT3-230XR  
PS2000RT3-230XR  
PS3000RT3-230XR

**Extended batteries for Liebert PSI**  
1xPSRT3-24VBXR (with PSI XR 1000VA)  
1xPSRT3-24VBXR (with PSI XR 1500VA)  
1xPSRT3-48VBXR (with PSI XR 2200VA)  
1xPSRT3-48VBXR (with PSI XR 3000VA)

**Rack/MiniTower: Liebert GXT2**  
GXT2-700RT230  
GXT2-1000RT230  
GXT2-1500RT230  
GXT2-2000RT230

GXT2-30RT230E  
GXT2-4500RT230  
GXT2-6000RT230  
GXT2-10000RT230K  
GXT2-10000T230  
**Extended batteries for Liebert GXT2**  
GXT2-48VBATT (with GXT2 700 VA)  
GXT2-48VBATT (with GXT2 1000 VA)  
GXT2-48VBATT (with GXT2 1500 VA)  
GXT2-48VBATT (with GXT2 2000 VA)  
GXT2-72VBATT (with GXT2 3000 VA)  
GXT2-240VBATT (with GXT2 4500 VA)  
GXT2-240VBATT (with GXT2 6000 VA)  
GXT2-240RVBATT (with GXT2 10kVA Rack)  
GXT2-240TBATTCE (with GXT2 10kVA Tower)