Záložní zdroje elektrické energie v průmyslu komerční bezpečnosti

Back power supply in the commercial security industry

Jiří Duša

Bakalářská práce
2010

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Jiří DUŠA**
Osobní číslo:	**A07282**
Studijní program:	**B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor:	**Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Téma práce:	**Záložní zdroje elektrické energie v průmyslu komerční bezpečnosti**

Zásady pro vypracování:

1. **Proveďte literární rešerši na dané téma.**
2. **Proveďte analýzu kritických míst jednotlivých technologických procesů, vyžadující v rámci provozní dokumentace, nepřetržitý přívod elektrické energie z hlediska bezpečnosti práce a kontinuity výrobních procesů.**
3. **Řešte návrh využití záložních zdrojů elektrické energie ve výrobních procesech, vyžadující nepřerušený přívod elektrickém energie.**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **Analýza a syntéza technologických procesů. 1. vyd. Praha, 1988**
2. **Obnovitelné zdroje elektrické energie a jejich využití v oblasti Libereckého kraje / Jiří Kubín, Eva Konečná. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2008. 46 s. : il. 30 cm ISBN: 978-80-7372-308-8.**
3. **KŘEČEK , Stanislav. Příručka zabezpečovací techniky. 4. vyd.: Cricetus,. 350 stran B5 s. ISBN 80-902938-2-4.**
4. **UHLÍŘ, Jan. Technická ochrana objektů II.díl : Elektrické zabezpečovací systémy II. 1. vyd. Praha : Policení akademie České republiky, 2005. 230 s. ISBN 80-7251-189-0**
5. **Energetické a ekologické systémy budov 2: vzduchotechnika, chlazení, elektroinstalace a osvětlení/ Karel Papež a kolektiv. Vyd. 1. Praha : Nakladatelství ČVUT, 2007. 284 s. : il. 30 cm ISBN: 978-80-01-03622-8.**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Navrátil, Ph.D.**
Ústav řízení procesů

Datum zadání bakalářské práce: **19. února 2010**

Termín odevzdání bakalářské práce: **19. května 2010**

Ve Zlíně dne 19. února 2010

UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ Fakulta aplikované informatiky L.S.

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá problematikou krátkodobého výpadku dodávky elektrické energie z důvodu nenadálého přerušení dodávky elektrické. Práce řeší návrh využití záložních zdrojů elektrické energie ve výrobních procesech, vyžadující nepřerušený přívod elektrickém energie, který by v případě výpadku dodávky elektrické energie mohl způsobit závažné poruchy ve výrobních technologických procesech, následné ekonomické škody a ohrožení zdraví, případně životů obsluhujícího personálu.

Klíčová slova: analýza rizik, riziko, záložní zdroje UPS, dieselgenerátor,

ABSTRACT

The bachelor work deals with the problems of the short-term outage for the reasons of the unecpected interruption of the electricity. The work is focused on the usage of the back-up power supply of the electric energy in the production process which needs the continuously mains of the elektricity, which may cause the serious defects in the industrial technologic process in the case of the outage and then the following economical damages and the health treat, eventually the lifes of the employees who operate with them.

Keywords: Risk Analysis, Risk UPS, diesel generator

Na tomto místě bych rád poděkoval svým rodičům za vytrvalou podporu při mých studiích. Také bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Petru Navrátilovi Ph.D. za cenné připomínky a přátelský přístup.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.

V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně ……

podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD **9**
I TEORETICKÁ ČÁST **10**
1 ANALÝZA RIZIK, ZÁKLADNÍ POJMY A METODY **11**
METODY ANALÝZY SPOLEHLIVOSTI 11
1.1 DEFINICE SYSTÉMU A POŽADAVKŮ 11
1.2 DEFINICE PORUCHOVÝCH STAVŮ V SYSTÉMU 11
1.3 ROZDĚLENÍ POŽADAVKŮ NA SUBSYSTÉMY 11
1.4 ANALÝZA SPOLEHLIVOSTI 11
1.4.1 Kvalitativní analýzy 12
1.4.2 Kvantitativní analýzy 12
1.5 HODNOCENÍ PLNĚNÍ POŽADAVKŮ 12
1.6 ZÁKLADNÍ POJMY 12
1.6.1 Riziko 12
1.6.2 Nebezpečí 13
1.7 METODY ANALÝZY SPOLEHLIVOSTI 13
1.7.1 Kontrolní list (Check list) 14
1.7.2 Bezpečnostní kontrola (Safety Audit) 14
1.7.3 Analýza toho, co se stane, když (What – if Analysis) 14
1.7.4 Předběžná analýza ohrožení (Preliminary Hazard Analysis - PHA) 14
1.7.5 Analýza kvantitativních rizik procesu (Process Quantitative Risk Analysis – QRA) 15
1.7.6 Analýza ohrožení a provozuschopnosti (Hazard operation process – HAZOP) 15
1.7.7 Analýza stromu událostí (Event Tree Analysis – ETA) 15
1.7.8 Analýza selhání a jejich dopadů (Failure Mode and Effect Analysis – FMEA) 15
1.7.9 Analýza stromu poruch (Fault Tree Analysis – FTA) 16
1.7.10 Analýza lidské spolehlivosti (Human Reliability Analysis – HRA) 16
1.7.11 Metoda mlhavé logiky verbálních výroků (Fuzzy Set and Verbal Verdict Method – FL-VV) 16
1.7.12 Analýza příčin a dopadů (Causes and Consequences Analysis – CCA) 17
1.8 INDEXOVÉ METODY 17
1.8.1 Dow's Fire and Explosion Index (F&EI) 17
1.8.2 Mond Index 17
1.8.3 Substance Hazard Index (SHI) 17
1.8.4 Material Hazard Index (MHI) 18
1.8.5 Chemical Expoure Index (CEI) 18
1.8.6 Threshold Plannig Quantity (TPQ) Index 18
1.8.7 Rapid Ranking 18
2 ZÁLOŽNÍCH ZDROJE ELEKTRICKÉ ENERGIE **19**

2.1 UPS (UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY) 19
2.1.1 Typy UPS podle výstupního napětí 20
2.1.1.1 Stejnosměrné zálohové zdroje 20
2.1.1.2 Střídavé zálohové zdroje 21
2.1.2 Typy UPS 22
2.1.2.1 Offline UPS 22
2.1.2.2 Line interaktivní systém UPS 23
2.1.2.3 Offline systém UPS s izolačním transformátorem 24
2.1.2.4 Online systém UPS s dvojí konverzí 26
2.1.2.5 Online systém UPS s delta konverzí 27
2.2 DIAGNOSTIKA ZDROJŮ UPS A DÁLKOVÁ KOMUNIKACE S ŘÍDICÍM CENTREM 28
2.2.1 Lokální komunikace s napájenou výpočetní technikou 28
2.2.2 Komunikace s využitím SNMP (simple network management protocol) 29
2.2.3 Komunikace s využitím veřejné telefonní sítě a diagnostika 30
2.3 ROTAČNÍ ZDROJE „MOTORGENERÁTORY“ 30
2.3.1 Záskokové zdroje 31
2.3.2 Neustále pracující zdroje 31
2.3.3 Kogenerační jednotky 31
2.4 SPOLUPRÁCE UPS A DIESELGENERATORŮ 32
II PRAKTICKÁD ČÁST 35
3 STANOVENÍ A DEFINOVÁNÍ DÍLČÍCH ÚKOLŮ 36
3.1 POPIS SOUČASNÉHO STAVU 36
3.2 ANALÝZA ČÁSTI VÝROBNÍ LINKY 37
3.2.1 Vedení – vnější a vnitřní distribuce 38
3.2.2 Lis – lisování 39
3.2.3 Linka – sestava rotoru 39
3.2.4 Vyvažovačka – vyvažování 39
3.2.5 Stříkací kabina – Dolph 39
3.2.6 Linka – kompletace alternátorů 40
3.2.7 Zkušebna – typové zkoušky alternátorů 40
3.2.8 Linka – dokompletace alternátorů 40
3.2.9 Stříkací kabina – finální nástřik alternátorů 40
3.2.10 Linka – expediční linka 41
ZÁVĚR 42
ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ 44
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 45
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK 46
SEZNAM OBRÁZKŮ 47
SEZNAM TABULEK 48
SEZNAM PŘÍLOH 49

ÚVOD

V dnešním technickém světě se objevují rizika nespolehlivé dodávky elektrické energie stále častěji. Proto je potřeba tomuto riziku předcházet, aby při závažných haváriích v technologickém průmyslu nedocházelo. S nástupem nových technologií, využívajících moderní elektroniku, které zasahují do všech oblastí průmyslu, služeb i domácností, vyvstává problém zabezpečit tato citlivá elektronická zařízení kvalitním a spolehlivým napájecím napětím. Stává se samozřejmostí, že důležitá zařízení jako jsou počítače, řídicí systémy technologických procesů, telekomunikační zařízení, osvětlení veřejných prostor, apod., jsou vybavovány zdroji nepřetržitého napájení příslušné kvality (stabilní, spolehlivé, neobsahující rušivé napětí). Výpadek elektrické energie může s sebou přinést selhání těchto technologických zařízení, které v konečném důsledku vedou k průmyslovým nebo systémovým haváriím a následným škodám - na zařízení, výrobě, poškození zdraví nebo ohrožení života zaměstnanců apod.). Z těchto uvedených důvodů je zejména v poslední době věnována zvýšená pozornost vývoji, konstrukci a výrobě záložních zdrojů napájení výše uvedených důležitých technologických zařízení.

Analýza rizika je proces, při němž se subjekt snaží analyzovat rizika s využitím souhrnu získaných informací a rozhodnout, která rizika jsou či nejsou přijatelná. Pro identifikovaná nepřijatelná rizika jsou navrhována opatření, která redukují či eliminují působení stávajících nebo budoucích zdrojů hrozeb. Výsledky analýzy pomáhají zmírnit dopad nežádoucích událostí, usnadňují zmírnit dopady a případné následky ve všech oblastech.

Analýza a hodnocení rizik slouží pro potřeby řízení a tvoří podklady pro rozhodovací procesy. Z toho vyplývá, že pracovní a technologické postupy musí respektovat standardní požadavky. Tyto zaručují správné a kvalifikované rozhodování pro akční řízení, která na základě současných znalostí jsou nejlepším nástrojem pro zajištění ochrany, bezpečnosti a rozvoje organizace. Priority ochrany jsou směřovány především k zaměstnancům organizace, tj. ochraně životů a zdraví lidí, majetku, životního prostředí.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ANALÝZA RIZIK, ZÁKLADNÍ POJMY A METODY

Metody analýzy spolehlivosti

Pokud chápeme výrobní proces jako systém, potom nám jsou metody a postupy analýzy spolehlivosti základním nástrojem pro hodnocení spolehlivosti systému. Provádějí se hlavně v etapách volby koncepce návrhu a vývoje, kdy se spolehlivost do systémů „vkládá“.

Dle ČSN IEC 300-3-1 je obecný postup rozdělen do následujících pěti kroků.

1.1 Definice systému a požadavků

V prvním kroku definujeme systém, který chceme analyzovat, a druhy jeho provozu. Určíme funkční vztahy k vyšším úrovním a sousedním systémům a procesům.

Vymezíme spolehlivost a vypracujeme seznam požadavků na bezpečnost, životnost, pohotovost, bezporuchovost, atd., na jeho charakteristiky a vlastnosti včetně podmínek provozu a údržby.

1.2 Definice poruchových stavů v systému

Spolehlivost z předchozího kroku se ještě zpřesní a definujeme poruchové, mezní a kritické stavy pro bezpečnost, funkčnost a životnost. Během tohoto kroku se využívají analýzy následků poruch, pomocí nichž rozdělíme poruchy na kritické, podstatné a nepodstatné. K takto přezkoumaným poruchám zvolíme vhodné typy ukazatelů a jejich hodnoty.

1.3 Rozdělení požadavků na subsystémy

Ve většině případů jsou zkoumané systémy značně složité, a proto je nutné je rozdělit na subsystémy, bloky a prvky atd.. Hloubka dělení je závislá na tom, jaké analýzy chceme dále provádět. Na tyto díly se rozvrhnou i požadavky z předchozích kroků.

1.4 Analýza spolehlivosti

Analýzy máme dvojího druhu, kvalitativní a kvantitativní.

1.4.1 Kvalitativní analýzy

Nepracují s ukazateli spolehlivosti. Zahrnují analýzu mechanismu šíření, projevů a následků poruch. Lze díky nim stanovit funkční struktury systému, podmínky jeho provozu a prostředí užívání. Můžeme sestavit spolehlivostní model systému, tj. grafický, mechanický či jiný popis struktury systému. Kvalitativní analýza se provádí dvěma možnými přístupy. A to buď deduktivně (o důsledku možným příčinám) nebo induktivně (od příčin k důsledkům).

1.4.2 Kvantitativní analýzy

Získávají se nebo se zjistí údaje o bezporuchovosti, životnosti jednotek, sestaví se matematické modely, provedou se číselná vyhodnocení, provedou se analýzy kritičnosti a citlivosti jednotek, vyhodnotí se zlepšení vlastností systému využitím záložních struktur, vlivem strategie údržby.

1.5 Hodnocení plnění požadavků

V tomto kroku se vyhodnocují výsledky analýz se stanovenými požadavky. Zhodnotí se vhodnost alternativních návrhů, určí se „slabá“ místa a schopnosti bezpečnostních mechanismů při poruše. Provede se optimalizační studie z hlediska nákladů a zisku. Po zhodnocení všech těchto kroků se vybere nejvhodnější návrh.[1]

1.6 Základní pojmy

1.6.1 Riziko

Pojem riziko je spojen s pravděpodobností nebo možností škody. Jinými slovy je to očekávaná hodnota škody. Je to vlastně výsledek aktivace určitého nebezpečí, která vyústí v určitý negativní následek, škodu. Je to kvantitativní a kvalitativní vyjádření ohrožení vyjadřující míru ohrožení, stupeň ohrožení.

- Tímto pojmem se vyjadřuje pravděpodobnost, že vznikne negativní jev a zároveň i důsledky tohoto jevu,
- vyjadřuje, kolikrát se negativní jev vyskytne a co způsobí,
- definuje se jako kombinace pravděpodobnosti nežádoucí události a rozsahu, závažnosti možného zranění, škody nebo poškození zdraví.

Riziko má vždy dva rozměry:

- pravděpodobnost vzniku nebezpečné situace ohrožení
- závažnost možného následku

$$R = P \times Z \times H$$

P – pravděpodobnost vzniku

Z – pravděpodobnost následků

H – názor hodnotitelů

Tab. 1. Stanovení rizik

Stupeň rizika	R	Míra rizika
I.	>100	Nepřijatelné riziko
II.	51÷100	Nežádoucí riziko
III.	11÷50	Mírné riziko
IV.	3÷10	Akceptovatelné riziko
V.	<3	Bezvýznamné riziko

1.6.2 Nebezpečí

Pojem nebezpečí (hazard), které je jistou reálnou hrozbou poškození vyšetřovaného objektu nebo procesu. Protože stroje materiály technologie a pracovní činnosti se vyznačují tím, že mohou způsobit neočekávaný a negativní důsledek – např. poškození člověka nebo majetku.[2]

1.7 Metody analýzy spolehlivosti

Pro provádění systematické redukovatelné analýzy spolehlivosti anebo bezpečnosti systému je vhodné používat jednotné postupy. Pro daný konkrétní případ je nutno zvolit vhodnou analytickou metodu, která umožňuje modelovat a hodnotit problémy spolehlivostí v širokém rozsahu, dále provádět přímou, systematickou, kvalitativní a kvantitativní analýzu a v neposlední řadě předpovědět číselné hodnoty ukazatelů spolehlivosti, jsou-li dostupná data. K tomu zpravidla nestačí pouze jedna z metod, a proto se zpravidla užívá k jedné základní metodě další doplňkové. Teprve tato kombinace umožňuje zvládat požadované vyhodnocení vlastnosti různých druhů systémů.

1.7.1 Kontrolní list (Check list)

Kontrolní seznam je postup založený na systematické kontrole plnění předem stanovených podmínek a opatření. Seznamy kontrolních otázek (check lists) jsou pravidla generovány na základě seznamu charakteristik sledovaného systému, nebo činností, které souvisejí se systémem a potenciálními dopady, selháním prvku systému a vznikem škod. Jejich struktura se může měnit od jednoduchého seznamu až po složitý formulář, který umožňuje zahrnout různou relativní důležitost parametru (váhu) v rámci daného souboru.

1.7.2 Bezpečnostní kontrola (Safety Audit)

Bezpečnostní kontrola je postup hledající rizikové situace a navržení opatření na zvýšení bezpečnosti. Metoda představuje postup hledání potenciálně možné nehody nebo provozního problému, který se může objevit v posuzovaném systému. Formálně je používán připravený seznam otázek a matice pro skórování rizik.

1.7.3 Analýza toho, co se stane, když (What – if Analysis)

Analýza toho, co se stane, když je postup na hledání možných dopadů vybraných provozních situací. V podstatě je to spontánní diskuse a hledání nápadu, ve které skupina zkušených lidí dobře obeznámených s procesem klade otázky nebo vyslovuje úvahy o možných nehodách. Není to vnitřně strukturovaná technika jako některé jiné (např. HAZOP a FMEA). Na místo toho po analytikovi požaduje, aby přizpůsobil základní koncept šetření určitému účelu.

1.7.4 Předběžná analýza ohrožení (Preliminary Hazard Analysis - PHA)

Předběžná analýza ohrožení – též kvantifikace zdrojů rizik je postup na vyhledávání nebezpečných stavů či nouzových situací, jejich příčin a dopadů a na jejich zařazení do kategorií dle předem stanovených kritérií. Koncept PHA ve své podstatě představuje soubor různých technik, vhodných pro posouzení rizika.

V souhrnu se nejčastěji pod touto zkratkou jedná o následující techniky posuzování: what-if.; what-if/check list; hazard and operability (HAZOP) analysis; failure mode and effects analysis (FMEA); fault tree analysis; kombinace těchto metod; ekvivalentní alternativní metody.

1.7.5 Analýza kvantitativních rizik procesu (Process Quantitative Risk Analysis – QRA)

Kvantitativní posuzování rizika je systematický a komplexní přístup pro predikci odhadu četností a dopadů nehod pro zařízení nebo provoz systému. Analýza kvantitativních rizik procesu je koncept, který rozšiřuje kvalitativní (zpravidla verbální) metody hodnocení rizik o číselné hodnoty. Algoritmus využívá kombinaci (propojení) s jinými známými koncepty a směřuje k zavedení kritérií pro rozhodovací proces, potřebnou strategii a programy k efektivnímu zvládání (řízení) rizika. Vyžaduje náročnou databázi a počítačovou podporu.

1.7.6 Analýza ohrožení a provozuschopnosti (Hazard operation process – HAZOP)

HAZOP je postup založený na pravděpodobnostním hodnocení ohrožení a z nich plynoucích rizik. Jde o týmovou expertní mnohaoborovou metodu. Hlavním cílem analýzy je identifikace scénářů potenciálního rizika. Experti pracují na společném zasedání formou brainstormingu. Soustřeďují se na posouzení rizika a provozní schopnosti systému (operatibility systems). Pracovním nástrojem jsou tabulkové pracovní výkazy a dohodnuté vodící výrazy (guide words). Identifikované neplánované nebo nepřijatelné dopady jsou formulovány v závěrečném doporučení, které směřuje ke zlepšení procesu.

1.7.7 Analýza stromu událostí (Event Tree Analysis – ETA)

Analýza stromu události je postup, který sleduje průběh procesu od iniciační události přes konstruování události, vždy na základě dvou možností – příznivé a nepříznivé. Metoda ETA je graficko statistická metoda. Názorné zobrazení systémového stromu událostí představuje rozvětvený graf s dohodnutou symbolikou a popisem. Znázorňuje všechny události, které se v posuzovaném systému mohou vyskytnout. Podle toho jak počet událostí narůstá, výsledný graf se postupně rozvětvuje jako větve stromu.

1.7.8 Analýza selhání a jejich dopadů (Failure Mode and Effect Analysis – FMEA)

Analýza selhání a jejich dopadů je postup založený na rozboru způsobu selhání a jejich důsledku, který umožňuje hledání dopadu a příčin na základě systematicky a strukturovaně vymezených selhání zařízení. Metoda FMEA slouží ke kontrole jednotlivých prvků projektového návrhu systému a jeho provozu. Představuje metodu tvrdého, určitého typu, kde se přepokládá kvantitativní přístup řešení. Využívá se především pro vážná rizika a

zdůvodněné případy. Vyžaduje aplikaci počítačové techniky, speciální výpočetní program, náročnou a cíleně zaměřenou databázi.

1.7.9 Analýza stromu poruch (Fault Tree Analysis – FTA)

Analýza stromu poruch je postup založený na systematickém zpětném rozboru událostí za využití řetězce příčin, které mohou vést k vybrané vrcholové události. Metoda FTA je graficko-analytická popř. graficko-statistická metoda. Názorné zobrazení stromu poruch představuje rozvětvený graf s dohodnutou symbolikou a popisem. Hlavním cílem analýzy metodou stromu poruch je posoudit pravděpodobnost vrcholové události s využitím analytických nebo statistických metod. Proces dedukce určuje různé kombinace hardwarových a softwarových poruch a lidských chyb, které mohou způsobit výskyt specifikované nežádoucí události na vrcholu.

1.7.10 Analýza lidské spolehlivosti (Human Reliability Analysis – HRA)

Analýza lidské spolehlivosti je postup na posouzení vlivu lidského činitele na výskyt pohrom, nehod, havárií, útoku apod. či některých jejich dopadů. Koncept analýzy lidské spolehlivosti HRA směřuje k systematickému posouzení lidského faktoru (Human Factors) a lidské chyby (Human Error). Ve své podstatě přísluší do zastřešující kategorie konceptu předběžného posuzovaní PHA. Zahrnuje přístupy mikro ergonomické (vztah „člověk – stroj“) a makro ergonomické (vztah systému „člověk – technologie“). Analýza HRA má těsnou vazbu na aktuálně platné pracovní předpisy především z hlediska bezpečnosti práce. Uplatnění metody HRA musí vždy tvořit integrovaný problém bezpečnosti provozu a lidského faktoru v mezních situacích různých havarijních scénářů, tzn. paralelně a nezávisle s další metodou rizikové analýzy.

1.7.11 Metoda mlhavé logiky verbálních výroků (Fuzzy Set and Verbal Verdict Method – FL-VV)

Metoda mlhavé logiky a verbálních výroků je metoda založena na jazykové proměnné. Jde o multikriteriální metodu rozhodovací analýzy z kategorie měkkého, mlhavého typu. Opírá se o teorii mlhavých množin a může být aplikována v různých obměnách, jednak samostatně s přímým výstupem priorit, a nebo jako stupnice v pomocných bodech (PB), namísto standardní verbálně-numerické stupnice v relativních jednotkách (RJ), tj.

ve spojení s metodou TUKP – Totálního ukazatele kvality prostředí (možnost uplatnění axiomatické teorie kardinálního užitku). Umožňuje aplikaci jednotlivcem i v kolektivu.

1.7.12 Analýza příčin a dopadů (Causes and Consequences Analysis – CCA)

Analýza příčin a dopadů je směs analýzy stromu poruch a analýzy stromu událostí. Největší předností CCA je její použití jako komunikačního prostředku: diagram příčin a dopadů zobrazuje vztahy mezi koncovými stavy nehody (nepřijatelnými dopady) a jejich základními příčinami. Protože grafická forma, jež kombinuje jak strom poruch, tak strom událostí do stejného diagramu, může být hodně detailní, užívá se tato technika obvykle nejvíce v případech, kdy logika poruch analyzovaných nehod je poměrně jednoduchá. Jak už napovídá název, účelem analýzy příčin a dopadů je odhalit základní příčiny a dopady možných nehod. Analýza příčin a dopadů vytváří diagramy s nehodovými sekvencemi a kvalitativními popisy možných koncových stavu nehod.[2]

1.8 Indexové metody

1.8.1 Dow's Fire and Explosion Index (F&EI)

Metoda vyvinuta společností Dow's Chemical Company pro identifikaci nebezpečí požáru a výbuchu procesních jednotek. F&EI uvažuje rozmanité faktory jako jsou látkové vlastnosti, procesní podmínky, projekt provozu apod..

1.8.2 Mond Index

Je metoda zavedená společností ICI – Mond Division. Je rozšířenou verzí Dob F&Indexu, zahrnuje nebezpečí ohrožení toxickými látkami.

1.8.3 Substance Hazard Index (SHI)

Byl navržen Organization Resources Counselors jako nástroj pro klasifikaci nebezpečnosti látek. Index SHI je definován jako podíl rovnovážné koncentrace látky za normální teploty a prudce toxické koncentrace téže látky ve vzduchu.

1.8.4 Material Hazard Index (MHI)

Je používán ke stanovení limitního množství nebezpečné látky, které je ještě přípustné z hlediska bezpečnosti. Při překročení tohoto limitu musí být provedena bezpečnostní opatření.

1.8.5 Chemical Expoure Index (CEI)

Je další metoda společnosti Dow Chemical Company, která ji vyvinula za účelem posouzení nebezpečí ohrožení toxickou látkou.

1.8.6 Threshold Plannig Quantity (TPQ) Index

Zavedla organizace Enviromental Protection Agency. Pro látky překračující přípustné limity množství musí být podniknuta příslušná bezpečnostní opatření.

1.8.7 Rapid Ranking

Náleží do kategorie Relative Ranking. Umožňuje rychlou identifikaci nebezpečí požáru a ohrožení toxickou látkou.[2]

2 ZÁLOŽNÍCH ZDROJE ELEKTRICKÉ ENERGIE

Veřejná rozvodná síť elektrické energie distribuuje a napájí elektrickou energií spotřebiče domácností, průmyslové procesy, datové technologie ve firmách, zdravotnická zařízení, státní instituce, pouliční veřejné osvětlení, trakční vedení, apod..

Tyto technologie každodenního života, které nás obklopují, jsou mnohdy závislé na kvalitě a spolehlivosti napájecího napětí, proto potřebujeme zajistit jejich činnost bez přerušení dodávek elektrické energie.

Mnohé problémy již vznikají na samotné elektrické síti ať již vlivem dlouhých přenosových vzdáleností tak nepříznivými atmosférickými podmínkami tak i přímo v rozvodných stanicích elektrické energie, které musí systémy záložních zdrojů tyto poruchy reagovat eliminovat je.

Za nepříznivé stavy se považují ztráta napětí „blackout“, krátkodobé a dlouhodobé podpětí nebo přepětí, šumy, změna frekvence, harmonické zkreslení, které mohou ve výrobních technologií nemalé problémy s napájecím napětím a mohou vzniknout nebezpečné situace, ohrozit samotnou výrobní technologii, potažmo způsobit velké finanční ztráty jak na majetku tak i na životech a zdraví obsluhy.

Uvedené prvky vyřeší problém s kvalitou a dodávkou elektrické energie, ale je nutné si uvědomit, že mohou nastat případy, kdy dojde i k jejich neočekávané nestabilitě, taková to situace je nebezpečná hlavně pro kritické aplikace.

V dnešní době již existují technologie UPS i ostatních technologií řešení zálohování, které výrazně eliminují možnost selhání řešení napájení při vlastni interní poruše a to je již výrazným benefitem.[3]

2.1 UPS (Uninterruptible Power Supply)

Vznik, výrobu a nasazení zdrojů nepřerušeného napájení pro něž se uchytilo označeni UPS (z anglického názvu Uninterruptible Power Supply) si vynutilo stále častější používaní elektrických zařízení, která měla za úkol zajistit naprosto bezpečný průběh rozličných technologických procesů, chod strojů s ohledem na zabránění vzniku možných škod a úrazů.

Z počátku byly zdroje nepřerušeného napájení realizovány výhradně pomocí elektrických točivých strojů jako motorgenerátory, kde stejnosměrný motor poháněl synchronní alternátor. Nástupem výkonových polovodičových prvků byly motorgenerátory vytlačeny a dnes se používají pouze pro speciální účely a na jejich místo nastoupily polovodičové zdroje UPS.

Převážná většina UPS zdrojů se sestává z řízeného usměrňovače a střídače, mezi které je připojena akumulátorová baterie. Integrovanou součásti UPS je i obtok (bypass) bloku usměrňovač-střídač, který je vybaven statickým spínačem. Spolupráci mezi jednotlivými bloky zajišťuje řídicí automatika. Provedení UPS zdrojů může být jak jedno tak i třífázová.

Stupeň zabezpečení dodávky elektrické energie závisí na konstrukci zdroje, kvalitě provedení a způsobu vnějšího zapojení. Zásadně můžeme rozdělit UPS zdroje z hlediska jejich konstrukce (topologie) na tzv. On-line, nebo Off-line systémy a z hlediska vnějšího zapojení na provoz samostatného zdroje.[4]

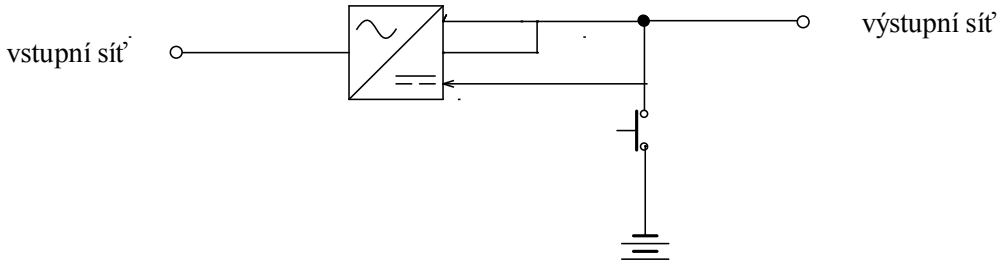
Vzhledem k tomu, že tyto výroky obvykle pocházejí od výrobců, kteří se pokoušejí prodat „špičkovou“ technologii, je těžké provést kvalifikované rozhodnutí pouze na základě těchto informací. Cílem je objektivní zhodnocení výhod a nevýhod nejčastěji používaných technologií.

2.1.1 Typy UPS podle výstupního napětí

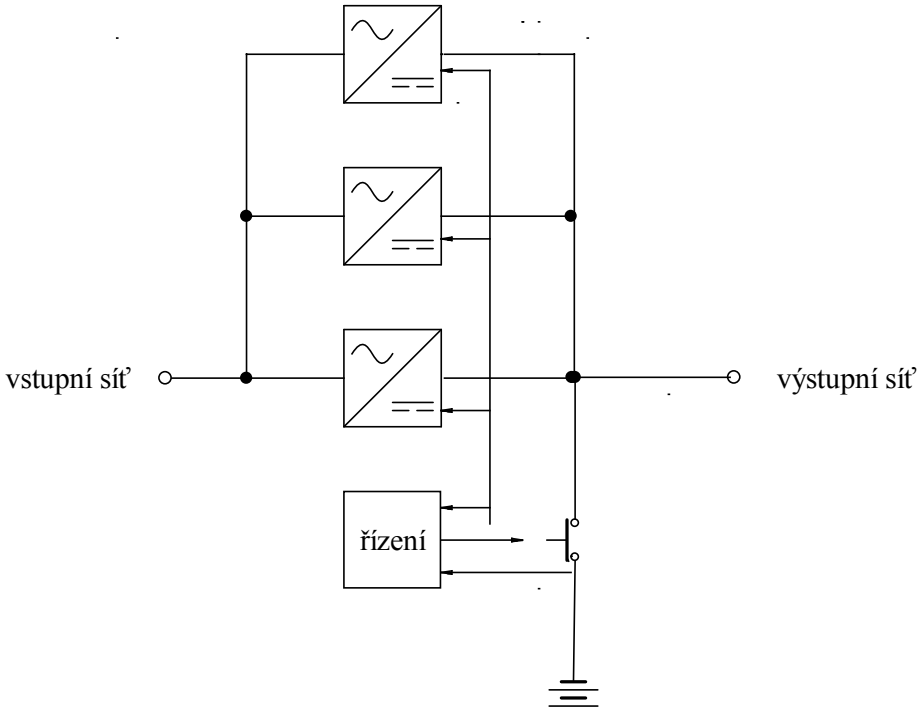
- stejnosměrné
- střídavé

2.1.1.1 Stejnosměrné zálohové zdroje

Stejnosměrné zálohové zdroje jsou stavěny jako on-line zdroje, to znamená s nulovou prodlevou při přechodu do zálohového režimu. Standardní doba zálohování u stejnosměrných zdrojů pohybuje v hodinách. Měnič 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. 1. Principielní schéma stejnosměrného nemodulárního zálohového zdroje



Obr. 2. Principielní schéma stejnosměrného modulárního zálohového zdroje

Zálohové zdroje stejnosměrného napětí mají tato výstupní napětí:

- 12V – aplikace v zabezpečovací technice nebo radiových sítí
- 24V – aplikace v průmyslové automatizaci nebo nouzového osvětlení
- 48V – oblast telekomunikací
- 60V – starší systémy telekomunikací, částečně v energetice
- 110V, 220V - energetika

2.1.1.2 Střídavé zálohové zdroje

Následně rozdělujeme zálohové střídavé zdroje UPS na:

- zálohové zdroje UPS střídavého napájení rozdělujeme podle prodlevy při přechodu do zálohového režimu a zpět:
    - bez prodlevy – on-line
    - s prodlevou řádově v jednotkách ms - off-line, line interactiv,
- dalším hlavním parametrem je tvar výstupního napětí v zálohovém režimu:
    - sinusový – on-line
    - obdélníkový – off-line, line interactiv
- jednou z hlavních funkcí zálohových zdrojů UPS je stabilizace napětí. Podle způsobu stabilizace zdroje rozdělujeme na:
    - off-line – ke stabilizaci dochází pouze přechodem do zálohového režimu
    - line interactiv – výstupní napětí se skokově stabilizuje pomocí přepínání odboček autografy
    - on-line – spojitá stabilizace v širokém rozsahu vstupního napětí[5]

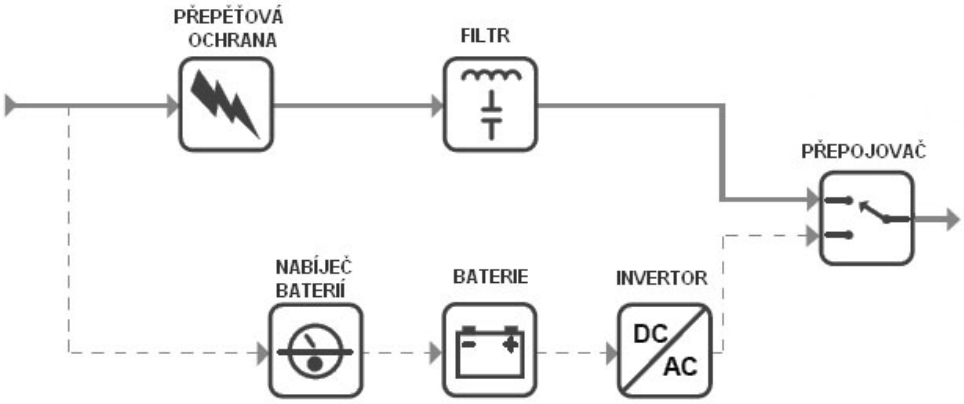
2.1.2 Typy UPS

- offline
- line interaktivní
- offline s izolačním transformátorem
- online s dvojí konverzí
- online s delta konverzí

2.1.2.1 Offline UPS

Pasivní systémy UPS představují nejrozšířenější typ systému UPS používaný pro ochranu osobních počítačů. Přepínač znázorněný v blokovém schématu na obrázku 3 určuje jako primární napájecí zdroj filtrované střídavé vstupní napětí (plná čára) a v případě jeho výpadku jeho výpadku přepne na baterii/invertor sloužící jako záložní zdroj. Dojde-li k výpadku primárního zdroje, musí přepínač přepnout zatížení na záložní zdroj, kterým je baterie/invertor (přerušovaná čára). Invertor je spuštěn pouze v případě výpadku napájení.

Mezi hlavní výhody tohoto uspořádání patří vysoká účinnost, malé rozměry a nízká cena. Pokud jsou tyto systémy vybaveny správnými filtračními obvody a obvody pro potlačení rázů, mohou poskytovat také přiměřenou filtraci šumu a ochranu proti přepětí.[6]



Obr. 3. Pasivní systém UPS

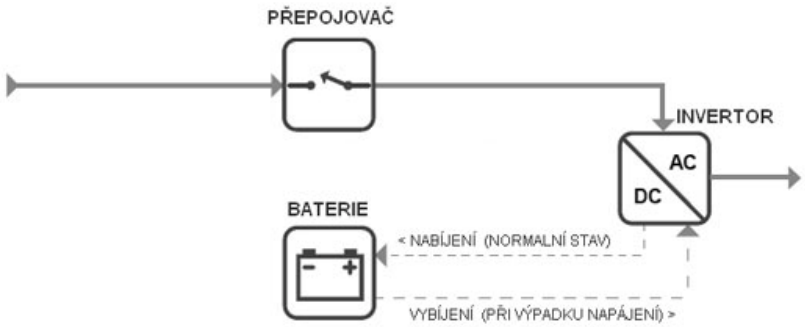
2.1.2.2 Line interaktivní systém UPS

Line interaktivní systém UPS představuje nejčastější návrh používaný pro malé podniky a webové a střediskové servery. Převodník stejnosměrného napětí baterie na střídavé napětí (invertor) je stále připojen k výstupu UPS. V době, kdy je normálně k dispozici vstupní střídavé napětí, funguje invertor opačně a dobíjí baterii.

Dojde-li k výpadku vstupního napájení, přepínač se otevře a energie bude proudit z baterie do výstupu UPS. Díky tomu, že je invertor stále zapnutý a připojený k výstupu, poskytuje toto uspořádání vyšší možnosti filtrace a redukce spínaných proudových rázů v porovnání s topologií offline systému UPS.

Line interaktivní uspořádání obvykle navíc obsahuje transformátor s odbočkami. To umožňuje regulaci napětí nastavením odbočky transformátoru podle měřícího vstupního napětí. Regulace napětí představuje důležitou funkci v podmínkách nízkého napětí, jinak by mohl systém UPS přejít na napájení z baterie a nakonec by se mohl vypnout. Takové časté použití baterie by mohlo vést k jejímu předčasnému znehodnocení. Invertor však může být také navržen tak, aby byl v případě svého selhání stále otevřen tok energie ze vstupního střídavého napětí do výstupu. Tím je odstraněno potenciální místo selhaní a jsou efektivně poskytnuty dvě nezávislé trasy napájení. Díky vysoké účinnosti, malým rozměrům, nízké

ceně, vysoké spolehlivosti a možnostem korekce podmínek nízkého či vysokého napětí v síti představuje tento typ nejčastěji používaný systém UPS v oblasti výkonu 0,5–5 kVA.[6]



Obr. 4. Line interaktivní systém UPS

2.1.2.3 Offline systém UPS s izolačním transformátorem

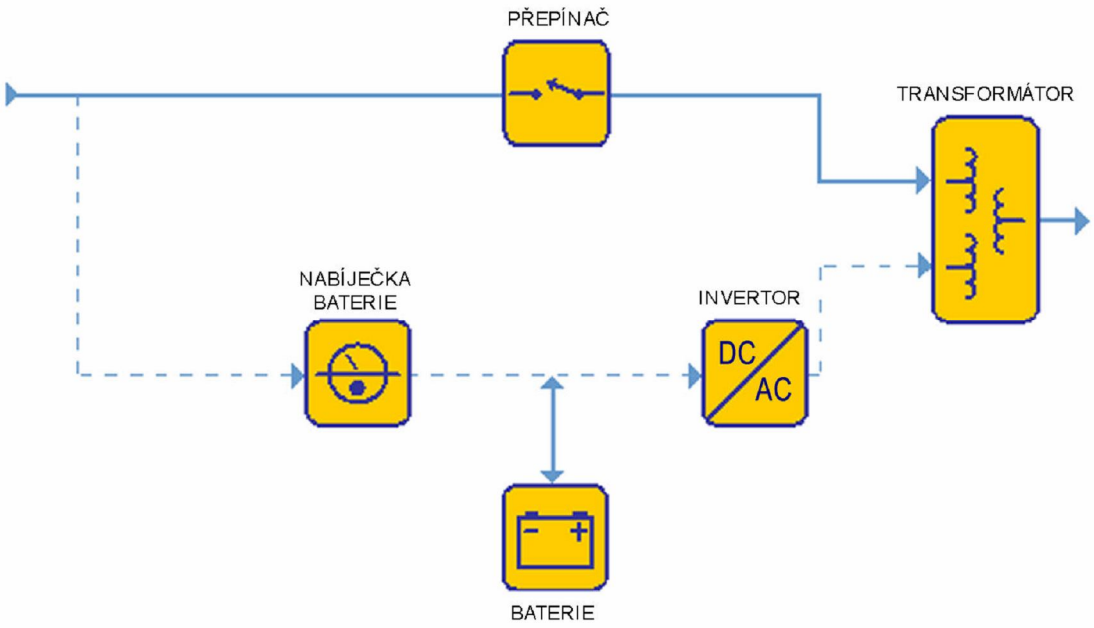
Offline systém UPS s izolačním transformátorem býval dominantním typem UPS v oblasti 3–15kVA. Tento návrh je založen na speciálním syceném transformátoru se třemi vinutími (připojení napájení). Primární trasa napájení vede z vstupního střídavého napětí přes přepínač a transformátor do výstupu. V případě výpadku napájení se přepínač otevře a výstupní zatížení převezme invertor.

V uspořádání pasivního systému UPS s izolačním transformátorem se invertor nachází v pohotovostním režimu a je připojen, jestliže dojde k výpadku vstupního napájení a otevření přepínače. Transformátor má speciální „ferorezonanční“ vlastnosti, které umožňují omezenou regulaci napětí a „tvarování“ výstupní napěťové křivky. Izolace proudových špiček střídavého napájení, kterou poskytuje ferorezonanční transformátor, je nejméně tak dobrá jako při použití libovolného dostupného filtru. Sám ferorezonanční transformátor, ale vytváří silné zkreslení a přechodové špičky výstupního napětí, které mohou být horší než při běžném připojení střídavého napájení. Přestože se podle návrhu jedná o offline pohotovostní systém UPS, generuje tento typ UPS velké množství tepla, neboť ferorezonanční transformátor má z principu malou účinnost. Tyto transformátory mají také v porovnání s běžnými izolačními transformátory velké rozměry, takže offline systémy UPS s izolačním transformátorem jsou obecně velké a těžké.

Offline systémy UPS s izolačním transformátorem jsou často prezentovány jako jednotky online, ačkoli obsahují přepínač, invertor pracuje v pohotovostním režimu a při výpadku střídavého napájení vykazují přechodovou charakteristiku.

Přednostmi tohoto uspořádání jsou vysoká spolehlivost a znamenitá filtrace. Velmi nízká účinnost tohoto typu však spolu s nestabilitou při použití některými generátory a nejnovějšími počítači s korekcí účiníku vedly k výraznému poklesu jeho obliby.

Hlavním důvodem proč nejsou offline systémy UPS s izolačním transformátorem běžně používány, je jejich základní nestabilita při provozování k napájení moderních zařízení. Všechny velké servery a síťové prvky používají napájecí zdroje s korekcí účiníku, které z elektrického vedení odebírají pouze sinusový proud, podobně jako žárovka. Tohoto hladkého odběru proudu je dosaženo pomocí kondenzátorů, což jsou zařízení, která vedou svorkové napětí. Ferorezonanční systém UPS využívá transformátory s těžkým jádrem, které mají induktivní charakteristiku, což znamená, že proud je posunut za napětím o 90°. Kombinace těchto dvou součástí vzniká tzv. laděný obvod. Rezonance v tomto obvodu může způsobit vznik velkých proudů ohrožujících připojená zařízení.[6]



Obr. 5. Pasivní systém UPS s izolačním transformátorem

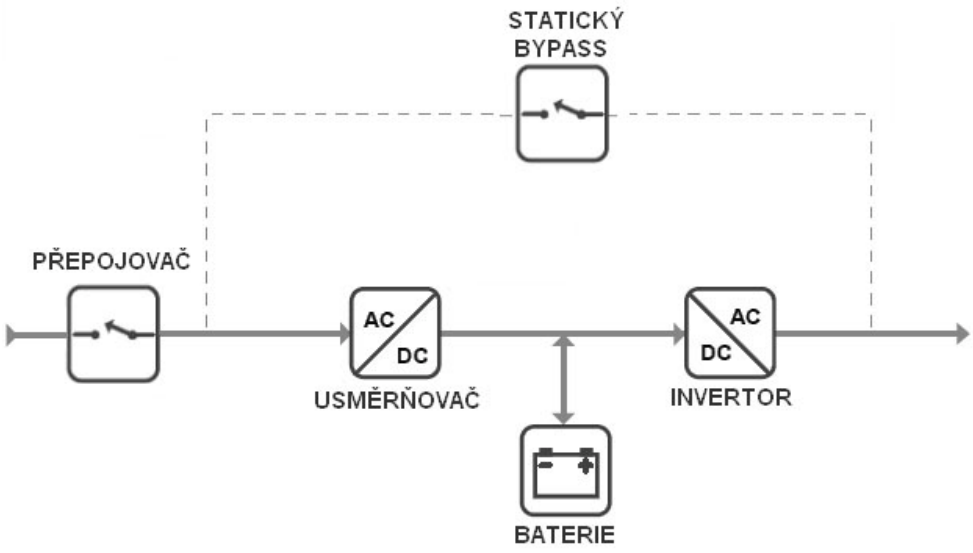
2.1.2.4 Online systém UPS s dvojí konverzí

Nejčastěji používaný typ systému UPS v oblasti nad 10 kVA. U online UPS systému s dvojí konverzací, je stejné jako pro offline systém UPS, s tím rozdílem, že primární trasou je invertor namísto střídavého napětí v síti.

U typu online s dvojí konverzí se neaktivuje přepínač při výpadku střídavého vstupního napájení, protože střídavý vstup nabíjí záložní baterii, která napájí výstupní invertor. Při výpadku vstupního střídavého napájení bude proto okamžitě zahájen provoz online.

Usměrňovač i invertor u tohoto typu systému převádějí celý tok energie zátěže, což vede k nižší účinnosti a souvisejícímu vytváření tepla.

Tento typ systému UPS poskytuje téměř ideální elektrické výstupní parametry. Neustálá zátěž výkonových součástí však snižuje spolehlivost oproti jiným typům a energie spotřebovaná kvůli nízké elektrické účinnosti tvoří významnou součást nákladů na provoz tohoto systému UPS během doby jeho životnosti. Vstupní energie odebíraná velkou dobíječkou baterie je také často nelineární a může mít nepříznivý vliv na elektrické rozvody v budově nebo způsobovat problémy se záložními generátory.[6]

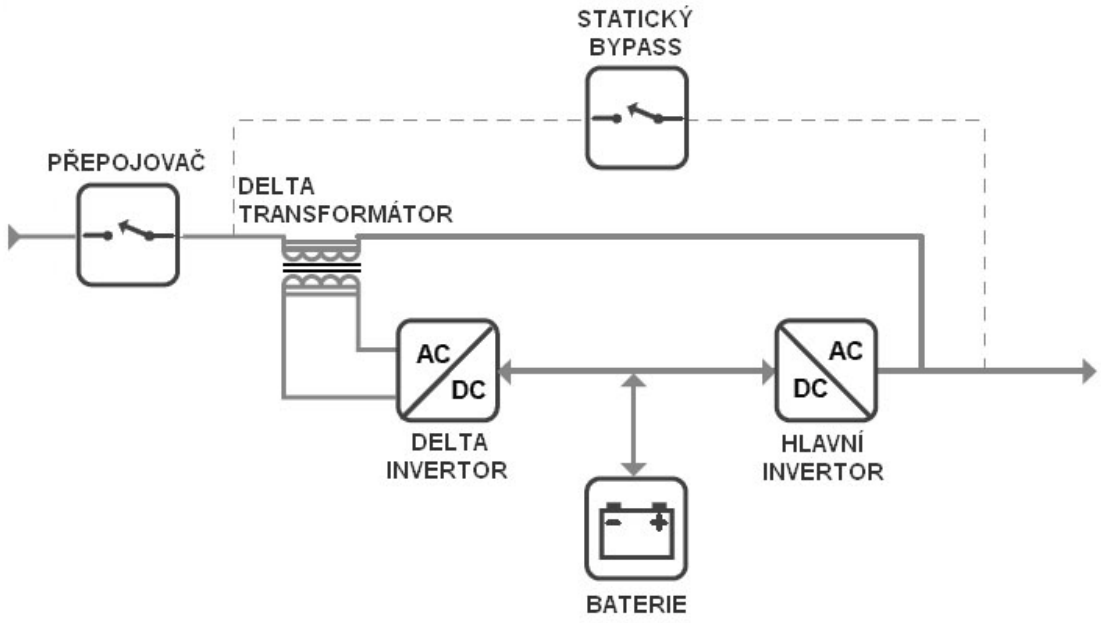


Obr. 6. Online systém UPS s dvojí konverzí

2.1.2.5 Online systém UPS s delta konverzí

Tato technologie odstraňuje nedostatky typu online s dvojí konverzí. Tento systém je k dispozici pro oblast výkonu od 5 kVA do 1,6 MW. Podobně jako u typu online s dvojí konverzí i v online systému UPS s delta konverzí invertor stále dodává napětí pro zátěž. Energie do výstupu invertoru však dodává také přídavný delta převodník. Při výpadku nebo poruchách střídavého napětí, vykazuje tento typ stejné chování jako typ online s dvojí konverzí.

Způsob jak porozumět technologii energetické účinnosti topologie s delta konverzí je ta, že tato technologie šetří elektrickou energii tím, že delta převodník přenáší část energie ze vstupu na výstup.



Obr. 7. Online systém UPS s delta konverzí

U online systému s delta konverzí plní delta převodník dvě funkce. První je řídit charakteristiky vstupního napětí. Tato aktivní část odebírá energie sinusově, čímž minimalizuje harmonické kmity odražené do elektrického vedení. Tím je zajištěna optimální kompatibilita mezi vedením a systémem generátoru a omezeno vytváření tepla a opotřebení rozvodného systému. Druhou funkcí delta převodníku je řídit vstupní proud a regulovat tak dobíjení systému baterie.

Online systém UPS s delta konverzí má stejné výstupní charakteristiky jako online sytém s dvojí konverzí. Vstupní charakteristiky se však často liší. Typ online s delta konverzí

poskytuje dynamicky řízený vstup s korekci účiníku bez neefektivního použití filtračních bloků, které jsou obvyklé u klasických řešení. Nejvýznamnějším přínosem je značné snížení energetických ztrát. Díky řízení vstupního výkonu je tento systém UPS také kompatibilní se všemi typy generátoru a omezuje nutnost použití elektroinstalace a generátorů s nadměrnou kapacitou. Technologie online s delta konverzí je v současnosti jedinou základní technologií systému UPS chráněnou patenty a není proto k dispozici u velkého počtu dodavatelů systému UPS.

Za normálních podmínek umožňuje delta převodník systému UPS dodávat na výstup energii s mnohem vyšší účinností než je u typu s dvojí konverzí.[6]

2.2 Diagnostika zdrojů UPS a dálková komunikace s řídicím centrem

Specifickým požadavkem kladeným na zdroje UPS je mimořádná spolehlivost. Aby zdroj UPS měl vůbec smysl, musí být jeho spolehlivost mnohem vyšší než spolehlivost napájecí elektrické sítě. UPS je poměrně drahé zařízení a je instalováno jen ke spotřebičům s velkou důležitostí pro uživatele. Z uvedeného vyplývá, že stav zdroje je vhodné monitorovat, aby se předešlo případným problémům s napájením a současně je vhodné diagnostikovat podrobně i vnitřní stavy zdroje, aby se zkrátila doba do opravy při případných poruchách.

2.2.1 Lokální komunikace s napájenou výpočetní technikou

Uvedený typ komunikace je historicky nejstarší a dobře vyhovuje v případě, že UPS napájí nepříliš rozlehlou instalaci a ani napájená výpočetní technika netvoří složitou heterogenní síť. Nejčastěji komunikuje UPS s napájeným počítačem po sériové lince RS 232. K hlavním problémům patří nutnost dodržovat nejdelší vzdálenost pro komunikaci 15 m, nutnost samostatné kabeláže mezi UPS a napájeným počítačem a nemožnost vzdáleného monitorování.

V rozlehlých budovách to může znamenat budování složitých komunikačních tras s nutností rozbočení signálu k několika napájeným serverům, se zesilovači signálu nebo s modemy, aby byla dodržena největší vzdálenost 15 m. Přesto zůstane zachován vážný problém vyhrazené kabelové trasy mezi UPS a napájeným počítačem, který může např. při stěhování počítače vyvolat potřebu dodatečné kabeláže.

2.2.2 Komunikace s využitím SNMP (simple network management protocol)

SNMP je univerzální monitorovací a řídicí protokol vhodný i pro monitorování a řízení napájení elektrickou energií v počítačových sítích a to ať už se jedná o napájení serverů, pracovních stanic, aktivních prvků sítí nebo jiných zařízení. SNMP řízení bylo vyvinuto pro rozsáhlé počítačové sítě, kde informace o napájení je potřeba na více místech, mnohdy fyzicky vzdálených od vlastních záložních zdrojů. Nabízí se využití strukturované kabeláže, která je v místě vzniku i v místě užití informací většinou stejně k dispozici (ethernet, token ring).

Obdobně jako u jiných řízených zařízení je k implementaci potřeba jednoho nebo více agentů, sbírajících informace, provádějících bezprostřední řízení záložního zdroje a poskytujících informace do počítačové sítě a jedno nebo více klientů, užívajících informací. Standardizaci pro SNMP řízení záložních zdrojů poskytují, tak jako pro ostatní objekty, standardy RFC. Datová báze MIB pro záložní zdroje je definována pomocí RFC 1628.

Hardwarový UPS SNMP agent je zařízení připojené na jedné straně na záložní zdroj a na straně druhé počítačové síti. Agent se tedy umísťuje v blízkosti zdroje UPS a pro projektanty z toho vyplývá potřeba jedné silové zálohované a jedné datové zásuvky v blízkosti UPS. U některých typů je možné SNMP agenta umístit přímo do UPS jako příslušenství.

Softwarová podoba agenta vychází ze skutečnosti, že v mnoha případech je záložní zdroj již připojen přímo k serveru, který je ovšem sám připojen do počítačové sítě. Tradiční program, který zabezpečuje server při poruše elektrické sítě, byl tedy rozšířen o funkčnost SNMP agenta jako dodatek původních činností.

SNMP agent v jakékoli podobě provádí převod sériové komunikace na komunikaci ve formátu SNMP. Zprávy ve formátu SNMP jsou potom přítomny v celé počítačové síti a jsou tak k dispozici každému oprávněnému klientovi, který je může různě zpracovávat a dokonce (podle přidělených oprávnění) může ve formátu SNMP posílat agentovi příkazy. Agent podle těchto příkazů bezprostředně ovládá zdroj UPS.

Takto koncipovaná komunikace umožňuje velmi jednoduše, aby příslušní klienti měli potřebné informace nejen o zdrojích UPS, ale o všech prvcích počítačové sítě. Umožňuje to např. v rozlehlých sítích WAN na místní úrovni zajišťovat bezprostřední reakci na výpadky sítě (bezpečné uzavření systémů) a na centrální úrovni zajišťovat spolupráci se

servisními organizacemi pro jednotlivé komponenty počítačové sítě, zpracovávání analýz a archivaci dat o provozu sítě.

2.2.3 Komunikace s využitím veřejné telefonní sítě a diagnostika

Hlavně výrobci velkých systému UPS vždy museli řešit rychlou diagnostiku svých zdrojů UPS. Systémy s velkými výkony tvoří poměrně omezený trh. Současně se vyznačují největší společností, ale také největší složitostí. Tím vzniká specifická situace, kdy výrobce provozuje v dané zemi jen několik systémů určitého typu UPS, které však zálohují velmi důležité spotřebiče s mimořádnými požadavky na servisní zabezpečení.

Zdroje UPS se tedy vybavují vlastními diagnostickými obvody a program, které především usnadňují práci servisních techniků. velmi často je přistup k diagnostice zdroje zabezpečen heslem, protože kromě vlastní diagnostiky umožňují příslušné programy i nastavování parametrů UPS. Pro potřeby diagnostiky se sleduje a měří cca 100 veličin a stavů.

Diagnostika, která je součásti zdroje, má smysl pro servisního technika až na místě poruchy. Mnohem užitečnější je, pokud servisní technik má možnost diagnostikovat UPS již ze servisního střediska. Proto jsou UPS vybavovány tak, aby byl možný přenos dat i po modemech a telefonních linkách. Tím je umožněna diagnostika a měření zdroje UPS i ze servisního střediska výrobce případně regionální servisní organizace. Protože řada funkcí uvedených programů je chráněna systémem přístupových práv, je možné, aby dohled uživatele, např. měřil provozní veličiny a ovládal UPS, a naopak servisní středisko diagnostikovalo poruchy a měřilo veličiny bez možností ovládání.

Protože tyto systémy lze kombinovat se systémy dohledu využívajícími SNMP, je vhodné na stanovišti UPS umísťovat další zálohovanou zásuvku pro modem a zásuvku telefonní sítě.[7]

2.3 Rotační zdroje „motorgenerátory“

Motorgenerátory jsou zařízení, jejichž hlavními součástmi jsou konvenční motor (dieselový, benzínový, nebo plynový) a alternátor.

Motorgenerátory jsou používány jako zdroje elektrické energie v místech, kde není vůbec přivedeno síťové napájení nebo je zapotřebí nahradit případné výpadky elektrické energie po delší dobu.

Podle činnosti se motorgenerátory rozdělují na:

- záskokové zdroje
- neustále pracující zdroje
- kogenerační jednotky

2.3.1 Záskokové zdroje

Hlavní funkcí záskokových zdrojů je schopnost dodávat elektrickou energii při výpadku elektrické energie. Nedílnou součástí záskokového zdroje je záskokový automat. Úlohou záskokového automatu je hlídat stav hlavní napájecí sítě a vyhodnocovat její parametry. Jakmile nastane poruchový stav, automat musí zareagovat a po splnění zadaných podmínek co nejdříve vyslat impulz k odpojení hlavního zdroje a připojení zdroje záložního.

2.3.2 Neustále pracující zdroje

Neustále pracující zdroje se používají v případech kde není zavedeno síťové napájecí napětí. Tyto zdroje musí být speciálně navrženy, z hlediska opotřebení součástí tak, aby byly schopny vydržet nepřetržitý provoz. [8]

2.3.3 Kogenerační jednotky

Kogenerační jednotky jsou zařízení, které využívají systém spalováním paliva, při kterém současně vyrábí elektrickou energii a teplo. Kombinovanou výrobu elektrické energie a tepla se primární paliva využívají efektivnějším způsobem.

Prakticky na ztráty připadá pouhých 8 až 15% energie. Tato efektivita je dána využitím nejen elektrické, ale i tepelné energie. Při klasické výrobě elektrické energie je toto odpadní teplo nevyužité vypouštěno do okolí.

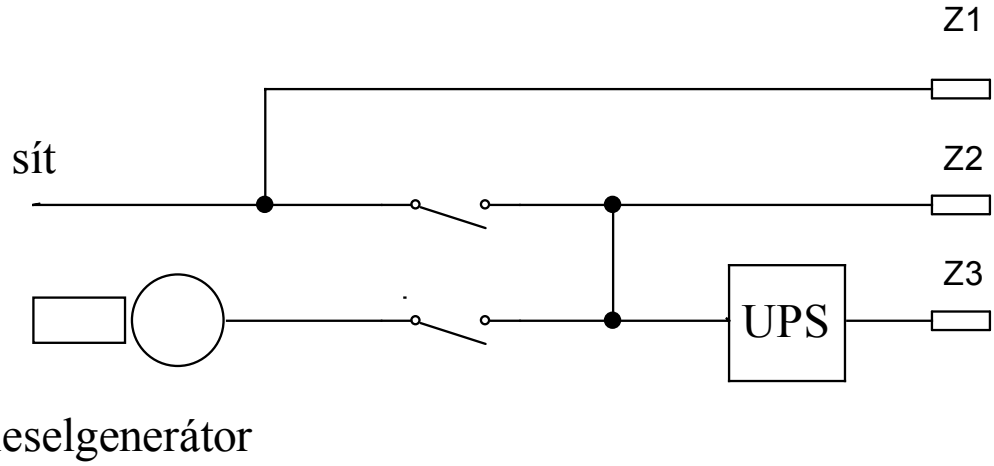
Kogenerační jednotky nejen že dodávají elektrickou energii, ale využívají i odpadní teplo pro ohřev užitkové vody s možností prodeje vyrobené elektřiny do rozvodné sítě. Podle zákona 458/2000Sb. má dodavatel elektřiny povinnost přebytečnou elektrickou energii odkoupit. [9]

2.4 Spolupráce UPS a dieselgeneratorů

Spolupráce statického UPS a dieselgenerátoru představuje velmi efektivní řešení celkového systému napájení zejména v případě, že jsou požadovány dlouhé časy autonomního provozu tj. (provozu při výpadku napájecí sítě).

Z hlediska požadavků spolehlivosti spotřebičů na napájecí napětí lze spotřebiče rozdělit do tří základních skupin.

- Spotřebiče, které nejsou pro technologický provoz životně důležité a v případě výpadku napájecího napětí nemusí být zálohovány např. osvětlení, výtahy,
- spotřebiče, které jsou životně důležité, avšak u nichž nevadí krátkodobý výpadek napájecího napětí v řádech desítek až stovek sekund např. nouzové osvětlení, evakuační výtahy),
- spotřebiče, které jsou životně důležité, u nichž i krátkodobý výpadek elektrické energie může mít za následek závažné poruchy funkce např. počítačové sítě, komunikační zařízení a další elektronické přístroje.



Obr. 8. Schématické znázornění systému zálohovaného napájení UPS a dieselgenerátoru

Pro zjednodušení, na obr.8, zapojení ideálního dieselgenerátoru a UPS. Je možno pochopitelně dále modifikovat, např. je možné aby z generátoru bylo napájeno více UPS současně, nebo je možno použít zapojení s vyšší redundancí, kdy do zátěže pracuje několik UPS v paralelním redundantním zapojení, případně je možno obdobným způsobem zdvojit dieselgenerátoru.

Při posuzování možných problémů při spolupráci dieselgenerátoru a UPS záleží na mnoha faktorech zejména na zapojení vstupních obvodů UPS a na zapojení vstupní usměrňovací části, zda je usměrňovač klasický tyristorový fázově řízený, nebo pulzní IGBT, se sinusovým vstupním proudem a řízením účiníku. Vzhledem k tomu, že u středních a vyšších výkonů (kVA), u nichž tato spolupráce přichází v úvahu je většinou z cenových důvodů používán klasický fázově řízený usměrňovač.

Dieselgenerátor má obvykle výkon desítek až stovek kVA, že generátor je převážně řešen jako čtyřpólový synchronní stroj. S ohledem na úbytky na vedení a zejména s ohledem na komutační úbytky je vhodné použit generátor s vyšším (o 5%) svorkovým napětím (tedy v soustavě 3x380V lze použít generátor 3x400V).

Důležité parametry generátoru, které mohou ovlivnit spolupráci jsou:

- podélná a příčná subtranzientní reaktance Xd a Xg (pohybují se v rozmezí 10 - 30%). Vhodné je použití generátorů s co nejmenší hodnotou těchto reaktancí, úbytek ss. napětí, tak zkreslení svorkového napětí generátoru jsou přímo úměrné jejich velikosti.
- je třeba kontrolovat zkreslení svorkového napětí (dané nesinusovým průběhem proudu) nepřevyšuje povolenou hodnotu a zda vlivem tohoto zkreslení nemůže dojít k případné poruše synchronizačních obvodů a dalších obvodů řídící elektroniky dieselgenerátoru a UPS

U UPS je důležité zapojení vstupní časti. Pro uvedený rozsah výkonů je vstupní část vždy třífázová, většinou řešena jako třífázový můstek, větší výkony mívají dvanáctipulzní usměrňovač, nebo filtry pro pátou a sedmou harmonickou.

Důležité parametry tedy jsou:

- počet pulzů výstupního napětí,
- vstupní impedance usměrňovače.

Problémy, které je při posuzování spolupráce nutno posoudit tedy jsou:

- snížení stejnosměrného napětí vlivem komutací,
- zkreslení napětí dieselgenerátoru vlivem vyšších harmonických,
- přídavné ztráty dieselgenerátoru vlivem vyšších harmonických,

- problémy kolísání frekvence a napětí dieselgenerátoru a synchronizační problémy[10].

II. PRAKTICKÁD ČÁST

3 STANOVENÍ A DEFINOVÁNÍ DÍLČÍCH ÚKOLŮ

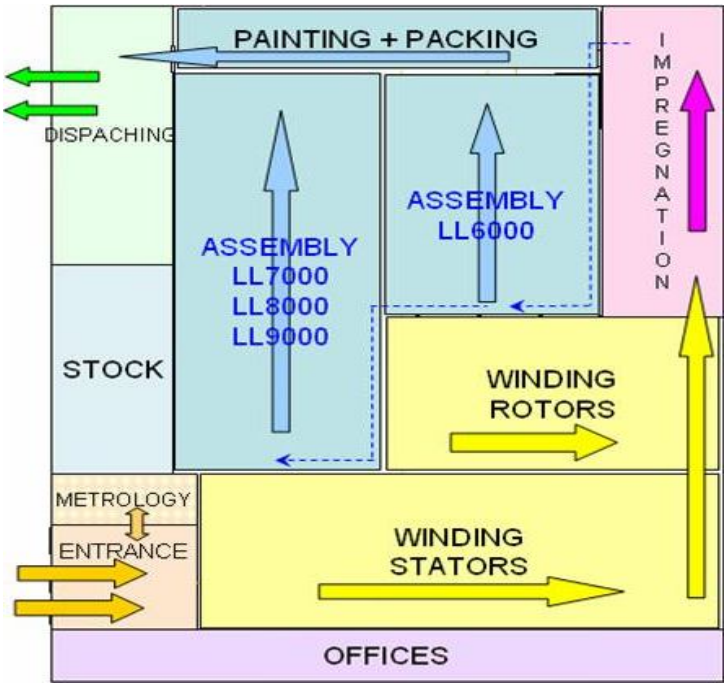
V praktické části této práce je důležité si zvolit dílčí otázky (co se stane když), jaká rizika hrozí pro obsluhu, jaká pro podnik a jaká opatření mají být navrhnuta, aby ve výrobních technologiích nedocházelo k nežádoucím stavům. V této části práce bude provedena analýza chování výrobní linky při výpadku elektrické energie. Pro práci jsem si zvolil výrobní linku alternátorů řady 472 v podniku LEROY-SOMER (LS). Práce bude řešit následující body:

- analyzování dílčí částí výrobní linky,
- analýza z pohledu bezpečnosti práce při výpadku síťového napájecího napětí,
- analýza opatření.

3.1 Popis současného stavu

Na Obr. 9 je schématické rozložení výrobních prostor. V bloku Assembly LL6000 je umístěna výrobní linka 472. Výrobní linka 472 prošla celou řadou technologicky sofistikovaných změn. Od dispozičního a ergonomického řešení přes modernizaci strojů až po ochranu zaměstnanců před neúměrnou svalovou zátěží včetně jejich ochrany před možným úrazem elektrickým proudem. Vzhledem k povaze prostředí, kde jsou elektrická zařízení používaná, musí tato zařízení splňovat přísné elektrotechnické normy, obzvláště normu ČSN 33 2000-4-41 a ČSN 33 2000-4-42. Všechna tato opatření vedou ke zkvalitnění pracovního prostředí zaměstnanců, zvyšují bezpečnost práce a rovněž kvalitnější a efektivnější využití času

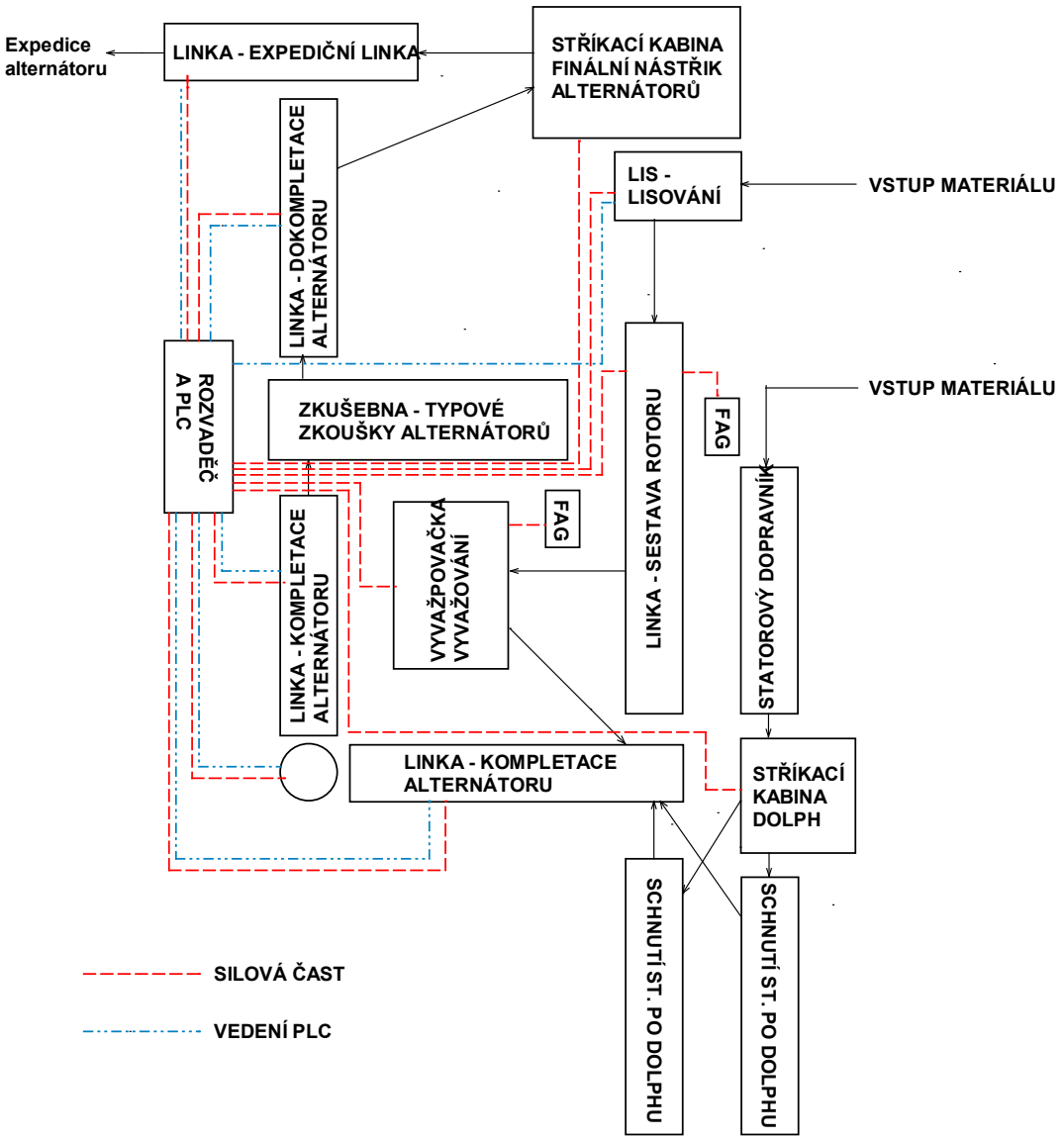
Výrobní linka alternátorů řady 472 tvoří ucelenou a kompaktní řadu pracovních operací, které na sebe vzájemně navazují, jakýkoliv výpadek, porucha se projeví odstávkou strojů s následným omezením či zastavením výroby.



Obr. 9 Schéma výrobních prostor

3.2 Analýza části výrobní linky

Vzhledem k tomu, že výrobní linka 472 tvoří největší produkci alternátoru v závodě LEROY SOMER závod 2. Případná omezení (porucha) či výpadek elektrické energie není nějakým způsobem ošetřeno (dieselgenerátoru, UPS), vyvstává zde otázka do jaké míry by byl omezen provoz výrobní linky, jaké budou následky na výrobu, na zařízení a na obsluhu. Proto se budeme zabývat analýzou jednotlivých částí výrobní linky a stanovit patřičná protiopatření, která by vedla k co nejmenším dopadům na chod a obsluhu linky.



Obr. 10 Blokové schéma výrobní linky alternátorů 472

3.2.1 Vedení – vnější a vnitřní distribuce

Výpadek elektrické energie nebo porucha až po hlavní rozvaděč, má za následek odstávku veškerých strojů výrobní linky s následným zastavením výroby. Vliv na pozdější chod ostatní strojů je minimální. Úraz elektrickým proudem ohrožující obsluhu je prakticky nulový – použity ochranné prvky (proudové chrániče, pojistky, jističe, ochrana polohou a zabranou).

Viz. Příloha 1. Analýza procesu vnější a vnitřní distribuce

3.2.2 Lis – lisování

Při poruše nebo výpadku elektrické energie dojde k odstavení stroje – přerušení operace lisování. Výroba je částečně omezena, z důvodů přesunutí operací na druhý stroj. Při poruše elektrické energie je minimální riziko úrazu elektrickým proudem – použity ochranné prvky (proudové chrániče, pojistky, jističe, kryty).

Viz. Příloha 2. Analýza procesu lisování

3.2.3 Linka – sestava rotoru

Při poruše nebo výpadku elektrické energie dojde k odstavení strojů, s následným zastavení výrobní linky. Vliv na výrobu výrazné omezení linky – ruční manipulace s materiálem. Při poruše elektrické energie je minimální riziko úrazu elektrickým proudem – použity ochranné prvky (proudové chrániče, pojistky, jističe, kryty).

Viz. Příloha 3. Analýza procesu sestavy rotoru

3.2.4 Vyvažovačka – vyvažování

Při poruše zařízení (strojů, PC) nebo výpadku elektrické energie dojde k odstavení zařízení a k výraznému omezení výroby z důvodů manipulace materiálu na druhý stroj. Riziko úrazu elektrickým proudem je prakticky nulové, použity ochranné prvky (proudové chrániče, pojistky, jističe, kryty).

Viz. Příloha 4. Analýza procesu vyvažování

3.2.5 Stříkací kabina – Dolph

Výpadek elektrické energie či porucha se projeví odstávkou stroje – odsávání i přídavného osvětlení. Nefunkčnost stroje (odsávání), výrobu přímo neomezuje, ale z důvodů nefunkčnosti odsávání ohrožuje obsluhu na zdraví, proto se přemístí práce na jiný stroj. Riziko úraz elektrickým proudem je prakticky vyloučen, použity ochranné prvky (proudové chrániče, pojistky, jističe, kryty).

Viz. Příloha 5. Analýza procesu Dolphovaní

3.2.6 Linka – kompletace alternátorů

Výpadek nebo porucha elektrické energie má za následek odstavení stroje a zastavení výroby. Vliv na pozdější chod stroje je minimální. Při poruše a vzniku úrazu elektrickým proudem je prakticky vyloučeno, použity ochranné prvky (proudové chrániče, pojistky, jističe, kryty).

Viz. Příloha 6. Analýza procesu kompletace alternátorů

3.2.7 Zkušebna – typové zkoušky alternátorů

Výpadek elektrické energie nebo porucha odstaví stroj, avšak nedojde k jeho poruše. Výrazně omezí výrobu z důvodů přesouvání materiálu na druhý stroj. Vznik úrazu elektrickým proudem je prakticky vyloučeno, použity ochranné prvky (proudové chrániče, pojistky, jističe, kryty).

Viz. Příloha 7. Analýza procesu typové zkoušky alternátorů

3.2.8 Linka – dokompletace alternátorů

Porucha nebo výpadek elektrické energie má následek odstavení stroje a dochází k zastavení výroby. Pozdější vliv na chod stroje je minimální. Vznik úrazu elektrickým proudem je prakticky vyloučeno, použity ochranné prvky (proudové chrániče, pojistky, jističe, kryty).

Viz. Příloha 8. Analýza procesu linky dokompletace alternátorů

3.2.9 Stříkací kabina – finální nástřik alternátorů

Výpadek elektrické energie či porucha se projeví odstávkou stroje – odsávání i přídavného osvětlení. Nefunkčnost stroje (odsávání), výrobu přímo neomezuje, ale z důvodů nefunkčnosti odsávání ohrožuje obsluhu na zdraví, proto se přemístí práce na jiný stroj. Úraz elektrickým proudem je prakticky vyloučeno, použity ochranné prvky (proudové chrániče, pojistky, jističe, kryty).

Viz. Příloha 9. Analýza procesu finální nástřik alternátorů

3.2.10 Linka – expediční linka

Projev výpadku elektrické energie či elektrické poruchy, se vždy projeví odstávkou linky - válečkové dráhy, ale nemá další vliv na chod výroby. Úraz elektrickým proudem je prakticky vyloučeno, použity ochranné prvky (proudové chrániče, pojistky, jističe, kryty).

Viz. Příloha 10. Analýza procesu expediční linky

ZÁVĚR

Moderní a elektronické a informační systémy zasahují již do všech oblastí života člověka jako jedince nebo chodu podniků, instituci apod.. Těžko by se dnes našel obor, kam informační a elektronické systémy zatím nepronikly. V případě možného vzniku nedostatku elektrické energie vyžadující vyhlášení stavu nouze v elektroenergetice případně krizového stavu, se postupuje v souladu s energetickým zákonem č. 458/2000 Sb. a jeho prováděcí Vyhláškou Ministerstva průmyslu a obchodu 80/2010 Sb., o stavu nouze v elektroenergetice a Typového plánu Narušení dodávek elektrické energie velkého rozsahu.

Cílem této práce bylo konkrétní seznámení s výsledky, které vycházejí z provedené analýzy, která se zaměřila na část výrobní a montážní linky pro kompletaci alternátorů ve firmě LEROY SOMER. Práce zahrnuje možné využití záložních zdrojů UPS, které svou vysokou spolehlivostí mohou být přínosem, pro zabezpečení datových systémů. Pro vyšší stupeň zabezpečení ochrany dat je možné použít kombinaci UPS nebo kombinaci UPS a dieselgenerátoru.

Přesto, že UPS dosahují značných výkonů (stovek kVA) vyznačují se vysokou spolehlivostí vyjádřenou střední dobou mezi poruchami (MTBF) bývá někdy nutné provozovat několik navzájem spolupracujících jednotek navzájem propojených. Instalací UPS zdrojů jsou zajišťovány podmínky pro bezproblémový chod specifického druhu zařízení.

Analýza byla zaměřena na možné důsledky při poruše nebo výpadku elektrické energie a následně konkretizovala dopady na výrobu, případné poškození strojního zařízení a v neposlední řadě na bezpečnost a zdraví pracovníků obslužného zařízení a stanovit protiopatření.

Analýza rizik slouží jako vyhodnocovací nástroj a její výsledky jsou podklady ke zjištění rizikových míst, která mohou vést k poškození technologických zařízení, k následnému ohrožení života a zdraví, technologických procesů a životního prostředí.

Analýza neřeší finanční ztráty spojené s výpadkem elektrické energie na výrobní lince.

Vzhledem k povaze prostředí, kde jsou elektrická zařízení používaná, musí tato zařízení splňovat přísné elektrotechnické normy, zejména norma ČSN 33 2000-4-41 a ČSN 33 2000-4-42. Další opatření, která mohou ovlivnit bezpečnost práce na zařízení a

odhalit včasně potencionální riziko závady, jsou revize na zařízení (stroji) a proškolení operátorů.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The modern electronic and information systems already interfere in all of the area of the human's life or in the companies work, institutions etc. Nowadays we will hardly find the branch where the informational and electronic systems still don't get in. In case of the lack of the electricity it demands an announcement of the status of the need of the energetic, eventually the critical state and operates according to the energetic law nb. 458/2000 and its public notice The Notice of the Ministry of the Trade nb. 80/2010 about the status of the need in the energetic and The Type plan of the Disturbance of the large range of the electricity.

The aim of this work was to identify the results, which comes from the analyses, which focused on the production part and the assembly line used for the alternator completion in LEROY SOMER comp. The work includes the possible usage of the back-up power supply UPS, which can be beneficial for their high reliability for the security of the data systems. It is possible to use the UPS combination or the combination of the UPS and the diesel generator for the higher data security.

Although the UPS reach the high power (they mark with their high reliability), sometimes it is important to operate with some units cooperating with each other. By the installing of the UPS sources are assured the condition of the trouble free progress.

The analysis was aimed to the possible effects of the defect or the power cut. Then it concretes the impact on the production, eventually the machine damage and at least on the safety of the employees' health and finally to set the counteraction.

The risk analysis serves as the evaluating instrument and its results are bases for the discovery of the risk places, which may lead to the damage of the technological mechanism. It can lead to risk the life and health and destroy the environment.

The analysis doesn't solve the financial loss connected with the power cut. With respect to the environment where are the electrical machines used, this equipment has to fulfill the strict electronics norms, especially the ČSN norm 2004-4-41 and the ČSN norm 33 2000-4-42. The other arrangements which may influence the machine safety work and detect the eventual fault risk are the machine revision and the employees' education.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] MACH, Pavel. *Analýza a syntéza technologických procesů*. 1. Praha : [s.n.], 1988.

[2] ŠEFČÍK, Vladimír. *Analýza rizik*. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009. 106 s. ISBN 978-80-7318-696-8

[3] *Power Tech : Poruchy napájení* [online]. c2010 [cit. 2010-04-22]. Www.power-tech.cz. Dostupné z WWW: <http://www.power-tech.cz/napajeci-systemy-poruchy-napajeni.php>.

[4] BENEŠ, Eduard. *UPS zdroje pro systémy střídavého zajištěného napájení : Zapojení UPS zdrojů*. 1. Trutnov : H.V.K.L PPROPAG TEAM, 1997. 50 s.

[5] SKLENÁŘ, Jaroslav. *UPS zdroje pro systémy střídavého zajištěného napájení : Rozdělení UPS zdrojů z hlediska jejich konstrukce a provedení*. 1. Trutnov : H.V.K.L PPROPAG TEAM, 1997. 50 s.

[6] *Www.apc.com* [online]. c2004-5 [cit. 2010-05-03]. American Power Conversion. Dostupné z WWW: <http://www.apcmedia.com/salestools/SADE-5TNM3Y_R5_CZ.pdf>.

[7] ŠÁMAL, Bohuslav. *UPS zdroje pro systémy střídavého zajištěného napájení : Diagnostika zdrojů UPS a dálková komunikace s řídicím centrem*. 1. Trutnov : H.V.K.L PPROPAG TEAM, 1997. 50 s.

[8] SKLENÁŘ, Jaroslav. *UPS zdroje pro systémy střídavého zajištěného napájení : Rozdělení UPS zdrojů z hlediska jejich konstrukce a provedení*. 1. Trutnov : H.V.K.L PPROPAG TEAM, 1997. 50 s

[9] *Www.elektrika.cz* [online]. c1998-2010 [cit. 2010-04-22]. Elektrika.cz. Dostupné z WWW: <http://elektrika.cz/data/clanky/kogj010717/view>.

[10] CIBULKA, Josef. *UPS zdroje pro systémy střídavého zajištěného napájení : Některé problémy spolupráce UPS a dieselgenerátoru*. 1. Trutnov : H.V.K.L PPROPAG TEAM, 1997. 50 s.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

PHA	Preliminary Hazard Analysis (předběžná analýza ohrožení)
QRA	Process Quantitative Risk Analysis (analýza kvantitativních rizik procesu)
HAZOP	Hazard Operation Process (analýza ohrožení a provozuschopnosti)
ETA	Event Tree Analysis (analýza stromu událostí)
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis (analýza selhání a jejich dopadů)
FTA	Fault Tree Analysis (analýza stromu poruch)
HRA	Human Reliability Analysis (analýza lidské spolehlivosti)
FL-VV	Fuzzy Set and Verval Verdict Metod (metoda mlhavé logiky verbálních výroků)
CCA	Cause and Consequences Analysis (analýza příčin a dopadů)
F&EI	Dow's Fire and Explosion Index
SHI	Substance Hazard Index
MHI	Material Hazard Index
CEI	Chemical Expoure Index
TPQ	Threshold Plannig Quantity Index
UPS	Uninterruptible Power Supply
kVA	Kilo Volt Ampér
MW	Mega Watt
SNMP	Simple network management protocol
WAN	World Area Network (světová sít´)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr.1. Principielní schéma stejnosměrného nemodulárního zálohového zdroje

Obr.2. Principielní schéma stejnosměrného modulárního zálohového zdroje

Obr.3. Pasivní systém UPS

Obr.4. Line interaktivní systém UPS

Obr.5. Pasivní systém UPS s izolačním transformátorem

Obr.6. Online systém UPS s dvojí konverzí

Obr.7. Online systém UPS s delta konverzí

Obr.8. Schématické znázornění systému zálohovaného napájení UPS a dieselgenerátoru

Obr.9. Schéma výrobních prostor

Obr.10. Blokové schéma výrobní linky alternátorů 472

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Stanovení rizik

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1. Analýza procesu vnější a vnitřní distribuce

Příloha 2. Analýza procesu lisování

Příloha 3. Analýza procesu sestavy rotoru

Příloha 4. Analýza procesu vyvažování

Příloha 5. Analýza procesu Dolphovaní

Příloha 6. Analýza procesu kompletace alternátorů

Příloha 7. Analýza procesu typové zkoušky alternátorů

Příloha 8. Analýza procesu linky dokompletace alternátorů

Příloha 9. Analýza procesu finální nástřik alternátorů

Příloha 10. Analýza procesu expediční linky

PŘÍLOHA: ANALÝZA PROCESŮ VÝROBNÍ LINKY 472

Analýza procesů vnější a vnitřní distribuce

	Objekt	Proces	Výpadek elektrické energie, nebo porucha elektroinstalace	Následky na stroj	Následky na obsluhu	Následky na výrobu	Opatření	Stroje
1.	Vedení	Vnější distribuce	Stávka ČEZ, black out, přerušení, omezení – z důvodu neplacení	Odstávka	Žádné	Přerušení výroby	Dieselgenerátor	Všechny stroje
			Porucha vedení ČEZ - VVN	Odstávka	Žádné	Přerušení výroby	Dieselgenerátor	Všechny stroje
			Porucha trafostanice VVN/VN	Odstávka	Žádné	Přerušení výroby	Dieselgenerátor	Všechny stroje
			Porucha vedení VN	Odstávka	Žádné	Přerušení výroby	Dieselgenerátor	Všechny stroje
			Porucha trafostanice VN/NN	Odstávka	Žádné	Přerušení výroby	Dieselgenerátor	Všechny stroje
			Porucha vedení NN	Odstávka	Žádné	Přerušení výroby	Dieselgenerátor	Všechny stroje
		Vnitřní distribuce	Porucha hlavního rozvaděče	Odstávka	Žádné	Přerušení výroby	Oprava, výměna součástí	Všechny stroje
			Porucha vedení - hl. rozvaděč - podružný rozvaděč	Odstávka	žádné	Částečné přerušení výroby	Výměna vedení, přepojení strojů na jinou větev napájení	Stroje připojené k porouchané větvi napájení
			Porucha podružného rozvaděče (Canalis)	Odstávka	Žádné	Částečné přerušení výroby	Oprava, výměna součástí, napojení na jiný podružný rozvaděč	Stroje připojené k porouchané větvi napájení
			Porucha vedení - podružný rozvaděč - rozvaděč stroje	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Částečné přerušení výroby	Výměna vedení	Všechny stroje

Analýza procesu lisování

	Objekt	Proces	Výpadek elektrické energie, nebo porucha elektroinstalace	Následky na stroj	Následky na obsluhu	Následky na výrobu	Opatření
2.	Lis	Lisování hřídelí	Porucha rozvaděč stroje - silová část	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Částečné omezení výroby	Oprava, výměna vadných součástí, přesunutí operace na náhradní stroj
			Porucha vedeni - rozvaděč stroje - motoru	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Částečné omezení výroby	Výměna vedení, přesunutí operace na náhradní stroj
			Porucha motoru	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Částečné omezení výroby	Výměna, oprava, přesunutí operace na náhradní stroj
			Porucha rozvaděč stroje - ovládací část	Odstávka	Žádné	Částečné omezení výroby	Oprava, výměna vadných součástí, přesunutí operace na náhradní stroj
			Porucha PLC	Odstávka	Žádné	Částečné omezení výroby	Výměna PLC, přeprogramování PLC, záloha PLC, přesunutí operace na náhradní stroj
			Porucha ovladače stroje	Odstávka	Žádné	Částečné omezení výroby	Výměna ovladače, oprava, přesunutí operace na náhradní stroj
			Porucha snímačů a vedení	Odstávka	Žádné	Částečné omezení výroby	Výměna snímače, přesunutí operace na náhradní stroj
			Porucha jeřábu - vertikální posuv	Odstávka	Žádné	žádné	Oprava, použití druhého jeřábu

Analýza procesu sestavy rotoru

	Objekt	Proces	Výpadek elektrické energie, nebo porucha elektroinstalace	Následky na stroj	Následky na obsluhu	Následky na výrobu	Opatření
3.	Linka	Sestava rotoru	Porucha rozvaděč stroje - silová část	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Výrazné omezení výroby	Oprava, výměna vadných součástí
			Porucha vedeni - rozvaděč stroje - motoru	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Výrazné omezení výroby	Oprava, výměna vedení
			Porucha motoru	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Výrazné omezení výroby	Oprava, výměna motoru
			Porucha rozvaděč stroje - ovládací část	Odstávka	Žádné	Výrazné omezení výroby	Oprava, výměna vadných součástí
			Porucha vedení - rozvaděč stroje - ovladač zařízení	Odstávka	Žádné	Výrazné omezení výroby	Oprava, výměna vedení
			Porucha ovladače stroje	Odstávka	Žádné	Výrazné omezení výroby	Oprava, výměna ovladače
			Porucha snímačů a vedení	Odstávka	Žádné	Výrazné omezení výroby	Výměna snímačů
			Porucha indukčního nahřívače FAG	Žádné	Možný úraz el. proudem	Částečné omezení výroby	Oprava, výměna za funkční nahřívač FAG
			Porucha jeřábu - vertikální posuv	Odstávka	Žádné	Žádné	Oprava, použití druhého jeřábu

Analýza procesu vyvažování

	Objekt	Proces	Výpadek elektrické energie, nebo porucha elektroinstalace ie	Následky na stroj	Následky na obsluhu	Následky na výrobu	Opatření
4.	Vyvažovačka	Vyvažování	Porucha rozvaděč stroje - silová část	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Částečné omezení výroby	Oprava, výměna vadných součástí, přesunutí operace na náhradní stroj
			Porucha vedeni – rozvaděč stroje - motoru	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Částečné omezení výroby	Oprava, výměna vedení, přesunutí operace na náhradní stroj,
			Porucha Motoru	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Částečné omezení výroby	Oprava, výměna motoru, přesunuti operace na náhradní stroj
			Porucha rozvaděč stroje - ovládací část a ovladače	Odstávka	Žádné	Částečné omezení výroby	Oprava, výměna vadných součástí, přesunutí operace na náhradní stroj
			Porucha PC	Odstávka	Žádné	Částečné omezení výroby	Výměna PC, záloha programu, přesunutí operace na náhradní stroj
			Porucha snímačů a vedení	Odstávka	Žádné	Částečné omezení výroby	Výměna snímače, přesunutí operace na náhradní stroj
			Porucha indukčního nahřívače FAG	Žádné	Možný úraz el. proudem	Částečné omezení výroby	Oprava, výměna za funkční nahřívač FAG
			Porucha jeřábu - vertikální posuv	Odstávka	Žádné	Žádné	Oprava, použití druhého jeřábu
			Porucha ovládání jeřábu - vertikální posuv	Odstávka	Žádné	Žádné	Oprava, použití druhého jeřábu

Analýza procesu Dolphovaní

	Objekt	Proces	Výpadek elektrické energie, nebo porucha elektroinstalace	Následky na stroj	Následky na obsluhu	Následky na výrobu	Opatření
5.	Stříkací kabina	Dolphovaní	Porucha rozvaděč stroje - silová část	Odstávka	Možný úraz el. proudem, poškození zdraví - chem. látkou	Částečné omezení výroby	Oprava, výměna vadných součástí, přesunutí operace na náhradní stroj, ochranné pomůcky
			Porucha vedeni - rozvaděč stroje - motoru	Odstávka	Možný úraz el. proudem, poškození zdraví - chem. látkou	Částečné omezení výroby	Oprava, výměna vedení, přesunutí operace na náhradní stroj, ochranné pomůcky
			Porucha motoru	Odstávka	Možný úraz el. proudem, poškození zdraví - chem. látkou	Částečné omezení výroby	Oprava, výměna motoru, přesunutí operace na náhradní stroj, ochranné pomůcky
			Porucha rozvaděče stroje - ovládací část a ovladače	Odstávka	Možný úraz el. proudem, poškození zdraví - chem. látkou	Částečné omezení výroby	Oprava, výměna vadných součástí, přesunutí operace na náhradní stroj, ochranné pomůcky
			Porucha přídavného osvětlení	Žádné	Možný úraz el. proudem	Žádné	Oprava, výměna osvětlení
			Porucha jeřábu	Odstávka	Žádné	Částečné omezení výroby	Oprava, použití druhého jeřábu
			Porucha ovládání jeřábu	Odstávka	Žádné	Částečné omezení výroby	Oprava, použití druhého jeřábu

Analýza procesu kompletace alternátorů

	Objekt	Proces	Výpadek elektrické energie, nebo porucha elektroinstalace	Následky na stroj	Následky na obsluhu	Následky na výrobu	Opatření
6.	Linka	Kompletace alternátoru	Porucha rozvaděč stroje - silová část	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Přerušení výroby	Oprava, výměna vadných součástí
			Porucha vedeni - rozvaděč stroje - motoru	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Přerušení výroby	Oprava, výměna vedení
			Porucha motoru	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Přerušení výroby	Oprava, výměna motoru
			Porucha rozvaděč stroje - ovládací část	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Přerušení výroby	Oprava, výměna vadných součástí
			Porucha PLC	Odstávka	Žádné	Přerušení výroby	Výměna PLC, přeprogramování PLC, záloha PLC
			Porucha vedení - rozvaděč stroje - ovladače zařízení	Odstávka	Žádné	Přerušení výroby	Oprava, výměna vedení
			Porucha ovladače stroje	Odstávka	Žádné	Přerušení výroby	Oprava, výměna ovladače
			Porucha snímačů a vedení	Odstávka	Žádné	Přerušení výroby	Výměna snímačů včetně vedení
			Porucha jeřábu - vertikální posuv	Odstávka	Žádné	Žádné	Oprava, použití druhého jeřábu
			Porucha ovládání jeřábu - vertikální posuv	Odstávka	Žádné	Žádné	Oprava, použití druhého jeřábu

Analýza procesu typové zkoušky alternátorů

	Objekt	Proces	Výpadek elektrické energie, nebo porucha elektroinstalace	Následky na stroj	Následky na obsluhu	Následky na výrobu	Opatření
7.	Zkušebna	Typové zkoušky alternátorů	Porucha rozvaděč stroje - silová část	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Částečné omezení výroby	Oprava, výměna vadných součástí, přesunutí operace na náhradní stroj
			Porucha vedeni – rozvaděč stroje - motor	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Částečné omezení výroby	Oprava, výměna vedení, přesunutí operace na náhradní stroj,
			Porucha motoru	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Částečné omezení výroby	Oprava, výměna motoru, přesunuti operace na náhradní stroj
			Porucha vedení - rozvaděč - zkoušený alternátor	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Částečné omezení výroby	Oprava, výměna vedení, přesunutí operace na náhradní stroj,
			Porucha rozvaděč stroje - ovládací část	Odstávka	Žádné	Částečné omezení výroby	Oprava, výměna vadných součástí, přesunutí operace na náhradní stroj
			Porucha vedeni - rozvaděč stroje - ovladače zařízení	Odstávka	Žádné	Částečné omezení výroby	Oprava, výměna vedení, přesunutí operace na náhradní stroj,
			Porucha ovladače stroje	Odstávka	Žádné	Částečné omezení výroby	Oprava, výměna vadných součástí, přesunutí operace na náhradní stroj
			Porucha PC	Odstávka	Žádné	Částečné omezení výroby	Výměna PC, Záloha programu, přesunutí operace na náhradní stroj
			Porucha snímačů a vedení	Odstávka	Žádné	Částečné omezení výroby	Výměna snímače, přesunutí operace na náhradní stroj
			Porucha zdvihacího stolu	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Částečné omezení výroby	Oprava, výměna vadných součástí, přesunutí operace na náhradní stroj
			Porucha jeřábu	Odstávka	Žádné	Přerušení výroby	Oprava
			Porucha ovládání jeřábu	Odstávka	Žádné	Přerušení výroby	Oprava

Analýza procesu linky dokompletace alternátorů

	Objekt	Proces	Výpadek elektrické energie nebo porucha elektroinstalace	Následky na stroj	Následky na obsluhu	Následky na výrobu	Opatření
8.	Linka	Dokom-pletace alternátoru	Porucha rozvaděč stroje - silová část	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Přerušení výroby	Oprava, výměna vadných součástí
			Porucha vedeni - rozvaděč stroje - motor	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Přerušení výroby	Oprava, výměna vedení
			Porucha motoru	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Přerušení výroby	Oprava, výměna motoru
			Porucha rozvaděč stroje - ovládací část	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Přerušení výroby	Oprava, výměna vadných součástí
			Porucha PLC	Odstávka	Žádné	Přerušení výroby	Výměna PLC, přeprogramování PLC, záloha PLC
			Porucha vedení - rozvaděč stroje - ovladače zařízení	Odstávka	Žádné	Přerušení výroby	Oprava, výměna vedení
			Porucha ovladače stroje	Odstávka	Žádné	Přerušení výroby	Oprava, výměna ovladače
			Porucha snímačů a vedení	Odstávka	Žádné	Přerušení výroby	Výměna snímačů včetně vedení
			Porucha jeřábu	Odstávka	Žádné	Částečné omezení výroby	Oprava, použití druhého jeřábu
			Porucha ovládání jeřábu	Odstávka	Žádné	Částečné omezení výroby	Oprava, použití druhého jeřábu

Analýza procesu finální nástřik alternátorů

	Objekt	Proces	Výpadek elektrické energie nebo porucha elektroinstalace	Následky na stroj	Následky na obsluhu	Následky na výrobu	Opatření
9.	Stříkací kabina	Finální nástřik alternátorů	Porucha rozvaděč stroje - silová část	Odstávka	Možný úraz el. proudem, poškození zdraví - chem. látkou	Částečné omezení výroby	Oprava, výměna vadných součástí, přesunutí operace na náhradní stroj, ochranné pomůcky
			Porucha vedeni - rozvaděč stroje - motoru	Odstávka	Možný úraz el. proudem, poškození zdraví - chem. látkou	Částečné omezení výroby	Oprava, výměna vedení, přesunutí operace na náhradní stroj, ochranné pomůcky
			Porucha motoru	Odstávka	Možný úraz el. proudem, poškození zdraví - chem. látkou	Částečné omezení výroby	Oprava, výměna motoru, přesunutí operace na náhradní stroj, ochranné pomůcky
			Porucha rozvaděče stroje - ovládací část a ovladače	Odstávka	Možný úraz el. proudem, poškození zdraví - chem. látkou	Částečné omezení výroby	Oprava, výměna vadných součástí, přesunutí operace na náhradní stroj, ochranné pomůcky
			Porucha přídavného osvětlení	Žádné	Možný úraz el. Proudem	Žádné	Oprava, výměna osvětlení
			Porucha jeřábu	Odstávka	Žádné	Částečné omezení výroby	Oprava, použití druhého jeřábu
			Porucha ovládání jeřábu	Odstávka	Žádné	Částečné omezení výroby	Oprava, použití druhého jeřábu

Tabulka 10. Analýza procesu expediční linky

	Objekt	Proces	Výpadek elektrické energie nebo porucha elektroinstalace	Následky na stroj	Následky na obsluhu	Následky na výrobu	Opatření
10.	Linka	Expediční linka	Porucha rozvaděč stroje - silová část	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Žádné	Oprava, výměna vadných součástí
			Porucha vedeni - rozvaděč stroje - motor	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Žádné	Oprava, výměna vedení
			Porucha motoru	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Žádné	Oprava, výměna motoru
			Porucha rozvaděč stroje - ovládací část	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Žádné	Oprava, výměna vadných součástí
			Porucha PLC	Odstávka	Žádné	Žádné	Výměna PLC, přeprogramování PLC, záloha PLC
			Porucha vedení - rozvaděč stroje - ovladače zařízení	Odstávka	Žádné	Žádné	Oprava, výměna vedení
			Porucha ovladače stroje	Odstávka	Žádné	Žádné	Oprava, výměna ovladače
			Porucha snímačů a vedení	Odstávka	Žádné	Žádné	Výměna snímačů včetně vedení
			Porucha otočného ramena (jeřáb)	Odstávka	Možný úraz el. proudem	Žádné	Oprava, použití jiného jeřábu