

DUPS – Hitzinger - Technická zpráva

1. Funkční popis řady NDDD
2. Funkční popis řady NBDK
3. Zhodnocení..
4. Srovnání spolehlivosti..
5. MTBF
6. Srovnání nákladů

1. Funkční popis NBDD

Pohotovostní činnost

Při pohotovostní činnosti slouží synchronní stroj jako motor poháněný elektrickou sítí. Rotační setrvačnický namontovaný na přední straně synchronního stroje kompletně ukládá kinetickou energii pro napájení spotřebičů během výpadku proudu, dokud dieselový motor není plně schopen převzít provozní zatížení.

V tomto provozním režimu je elektromagnetická spojka vypnutá, dieselový motor je v klidovém stavu, chladicí kapalina je přehřívána a automatická mazací jednotka pracuje v intervalech v závislosti na dieselovém motoru. Pouze synchronní stroj se setrvačnickem se otáčí. Spotřebiče jsou napájeny filtrovaným napětím (čistá přirozená sinusoida), které je téměř zbaveno harmonických kmitů. Obvodová zpětná vazba je zanedbatelná.

Synchronní stroj je navržen pro dodávání téměř 100% reakčního výkonu ($PF = 0,8$).

Výpadek proudu

V případě výpadku proudu se synchronní stroj přemění z režimu motoru na režim generátoru. Elektromagnetická spojka je napájena energií (aktivována) a dieselový motor je uveden do provozu přes rotační hřídelové vedení. Dokud dieselový motor není schopen plně napájet celé zatížení, jsou spotřebiče bez přerušení napájeni díky akumulované energii v setrvačnicku.

Obnovení přívodu proudu

Pokud je elektrická síť stabilní (více než 2 minuty v rámci definovaných povolených odchylek), je zatížení přepnuto zpět na elektrickou síť (přepnutí bez přerušení).

Chladič

Jmenovitý výkon pod 500 kVA bude realizován pomocí řemenem poháněného předního chladiče. Tyto jednotky vyžadují dostatečnou ventilaci místnosti (elektricky poháněný ventilátor) pro rozptýlení ztrát při pohotovostním provozu.

Jmenovitý výkon nad 500 kVA vyžaduje dvoustupňový (750 otm, 1500 otm), elektricky poháněný externí chladič. Během dieselové činnosti chladič pracuje rychlostí 1500 otm. Ztráty při pohotovostním provozu jsou rozptýleny pomocí pomalé rychlosti ventilátoru 750 otm a díky tomu není potřeba žádná další ventilace místnosti.

Spojka

Provedení elektromagnetické spojky je bez sběrných kroužků. Poháněná strana spojky je připojena k dieselovému motoru přes flexibilní přípojku a během pohotovostního provozu zůstává spojka v klidu, což významně zvyšuje její životnost.

Kontrola

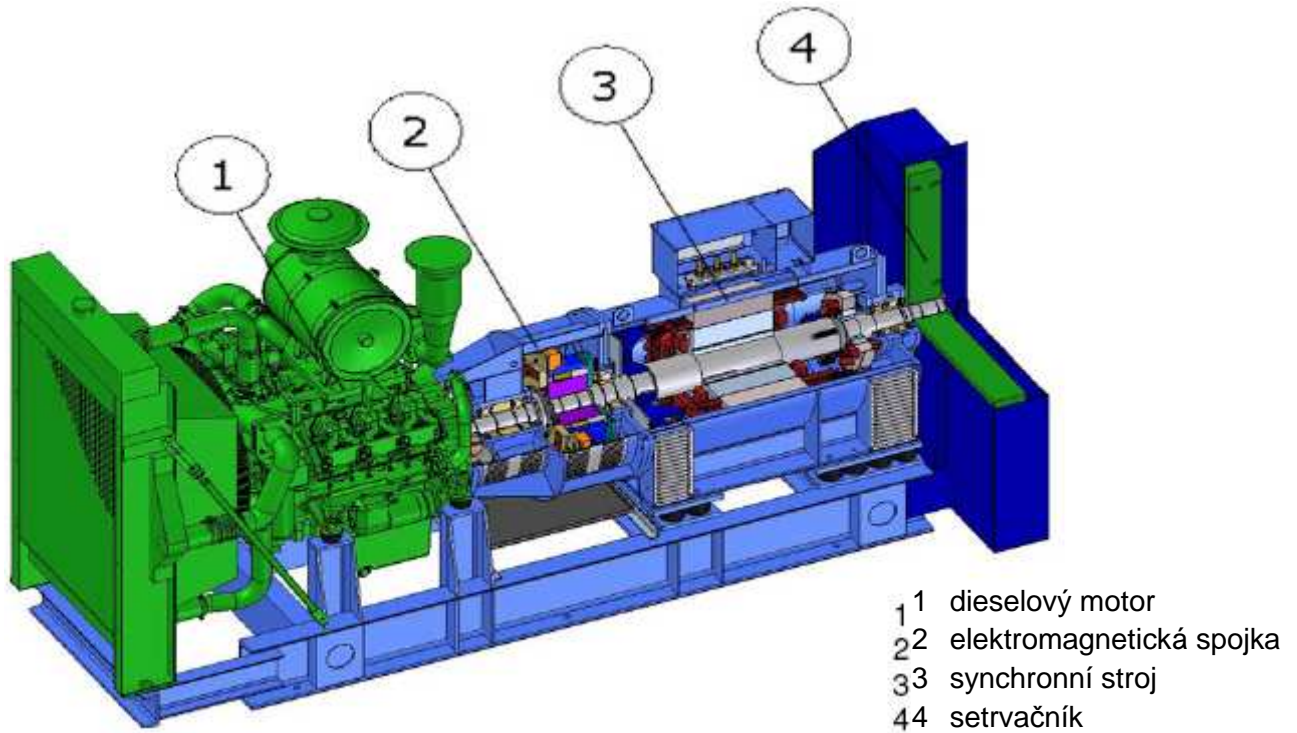
Teplota ložisek je měřena pomocí snímačů PT100 a centrálně monitorována na displeji Powercon.

Ochrana proti vibracím není standardní součástí dodávky systému NBDD.

Mazání

Jako volitelné příslušenství je k dispozici automatická mazací jednotka ložisek. Kvůli skutečnosti, že ložiska spojky jsou většinu času v klidovém stavu, není automaticky prováděno jejich mazání (interval mazání > 1000 hodin provozu nebo po uplynutí 3 let).

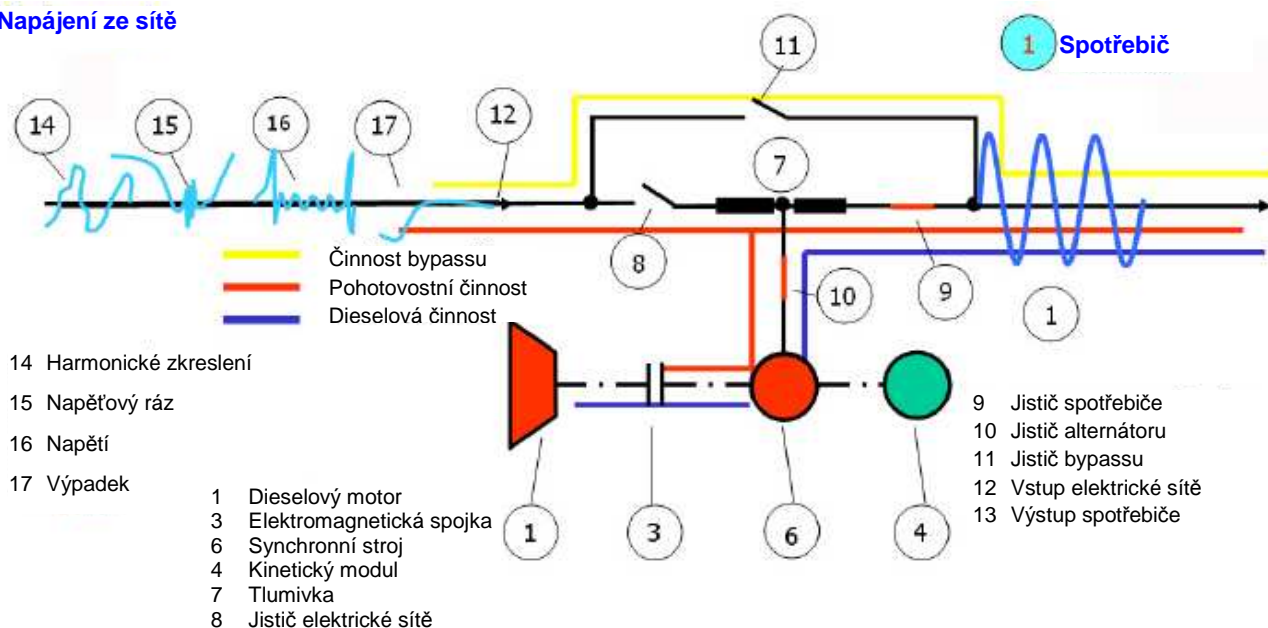
Mechanická montáž sestavy stroje NBDD



Obrázek 2 Mechanické provedení NBDD

2.Funkční popis NBDK

Napájení ze sítě



Obrázek 8: Principiální schéma NBDK

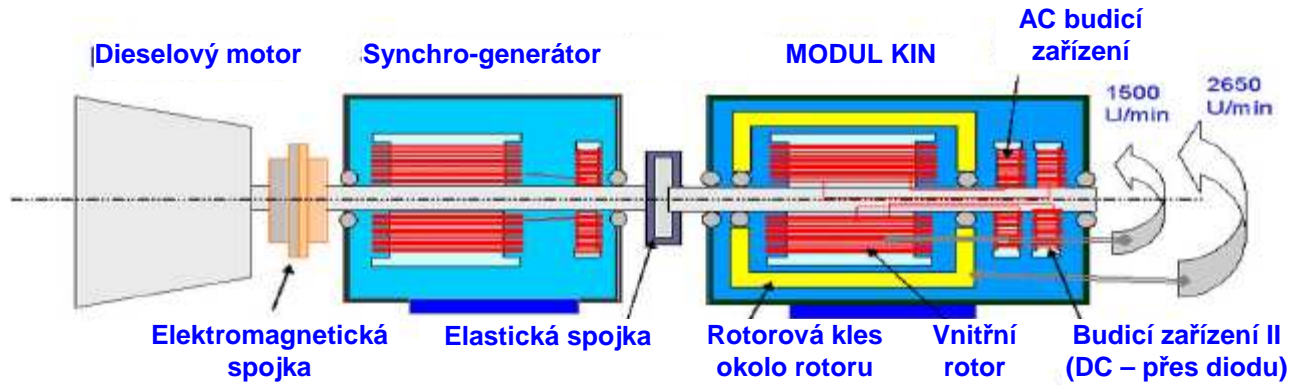
Za předpokladu, že UPS pracuje v automatickém režimu, jsou veškeré výpadky proudu jasně rozpoznatelné a alternátor pracuje jako motor na elektrické síti. Modul KIN je udržován v plně nabitým stavu. Dieselový motor je v klidovém stavu a veškerá pomocná zařízení jako je přehříváč, mazací zařízení atd. pracují.

Během pohotovostní činnosti jsou spotřebiče a synchronní stroj napájeny přes tlumivku z elektrické sítě. Frekvence spotřebiče je rovna frekvenci elektrické sítě. Synchronní stroj udržuje konstantní napětí spotřebiče bez ohledu na kolísání napětí elektrické sítě. Reakční výkon spotřebičů je napájen převážně z alternátoru. Součinitel účinnosti na vstupu elektrické sítě je přibližně jedna. Asymetrický proud spotřebiče je vyrovnán spojením tlumivky a synchronního stroje na symetrický proud, který je brán ze všech tří fází na vstupu elektrické sítě. Harmonické kmity spotřebiče zpět do elektrické sítě nebo harmonické kmity elektrické sítě jsou z velké části vyfiltrovány. Tlumivka potlačuje interferenční napětí, které může být vyprodukováno statickým výbojem, úderem blesku, obloukovým výbojem atd. v elektrické síti a má za následek napěťové rozpojení elektrické sítě a spotřebiče.

V případě výpadku proudu se otevře jistič elektrické sítě, jistič spotřebiče zůstane uzavřený a spotřebiče jsou dočasně napájeny přes alternátor poháněný modulem KIN. Dieselový motor je aktivován. Dokud není dosažena jmenovitá rychlost motoru, je dodávána energie do elektromagnetické spojky. Dieselový motor zásobuje spotřebič, dokud se napájení z elektrické sítě nevrátí do normálního stavu. Pokud z jakéhokoliv důvodu dojde k selhání nastartování dieselového motoru pomocí startéru, elektromagnetická spojka je napájena energií a provede nastartování dieselového motoru (vysokorychlostní start).

Při obnovení napájení elektrické sítě jsou spotřebiče sesynchronizováni zpět po uplynutí určité časové prodlevy, což umožňuje stabilizaci elektrické sítě. Spojka se rozpojí a dieselový motor je vypnut po uplynutí nastavené doby vychladnutí.

Modul KIN – obecný popis stroje



Obrázek 9: Schéma modulu KIN

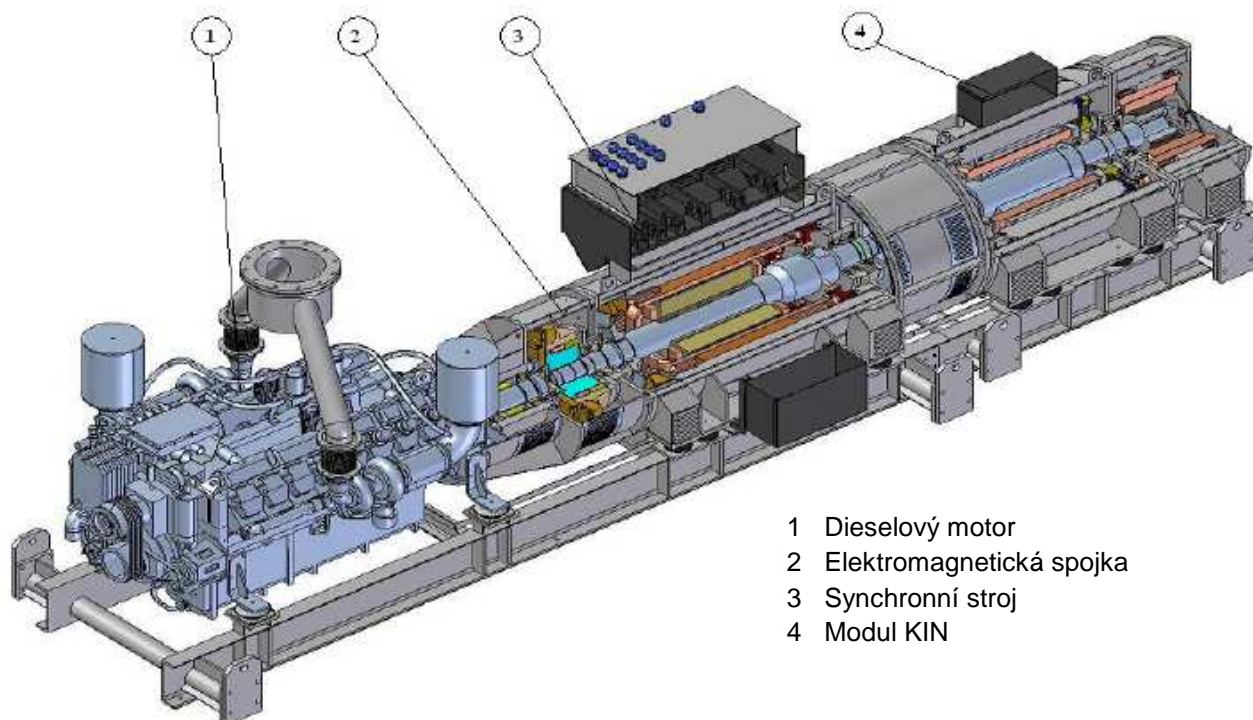
Modul KIN pro akumulaci energie je vybaven vnitřním a vnějším rotorem. Vnější rotor je masivní ocelový válec s klecovým vinutím, který se otáčí rychlostí přibližně 2700 otm na hřídeli vnitřního rotoru.

Vnitřní rotor má dvě vinutí (vinutí střídavého proudu pro akceleraci a vinutí stejnosměrného proudu pro přerušení) v jednom ústrojí rotoru a je připojen přes flexibilní přípojku ke hlavní hřídeli synchronního stroje.

Z toho důvodu je rychlost rotace vnitřního rotoru rovna rychlosti alternátoru.

Během výpadku proudu je pole stejnosměrného proudu aktivováno (periodicky) → energie je přenesena z vnějšího rotoru do vnitřního rotoru a elektronický ovladač udržuje konstantní rychlost hřídele modulu KIN a alternátoru v rámci garantovaných povolených odchylek.

Mechanická montáž sestavy stroje NBDK



- 1 Diesellový motor
- 2 Elektromagnetická spojka
- 3 Synchronní stroj
- 4 Modul KIN

Obrázek 7: Mechanické provedení NBDK 15000 kVA s diesellovým motorem MTU 12V 4000

3.Zhodnocení celkového zatížení

Běžně je nutné napájet různé spotřebiče s rozdílnými výkonovými koeficienty. Pro výpočet potřebného výkonu UPS je nutné započítat tyto koeficienty. Pro zhodnocení celkového zatížení UPS se obecně používá zatížení počítačových systémů (vysoké zatížení frekvenčního měniče) nebo eventuálně spotřeba proudu u procesů, které není možné přerušit.

Následující spotřebiče nejsou běžnými spotřebiči UPS, ale jsou často napájeny v případě použití systémů s duálním výstupem (UPS+EPS).

Osvětlovací a ohřívací systémy namáhají systém UPS svým jmenovitým výkonem. V případě elektrických motorů na přípojnicích spotřebičů je nutné brát v úvahu jejich výkonnost.

Vzorec pro výpočet výkonnosti η je následující:

$$\eta = \frac{\text{Výkon diesellového motoru podle výkonnostního štítku [kW]}}{P}$$

$$P = \sqrt{3} * U * I * \cos \varphi \text{ [kW]}$$

Provedení a obecné požadavky

Účelem této kapitoly je vysvětlit speciální požadavky alternátoru pro použití UPS a zároveň nepopisovat dopodrobna technické provedení elektrického stroje.

Alternátor dieselagregátu

Běžný alternátor dieselagregátu je navržen pro provoz 10 – 20 hodin ročně. Dieselagregáty „Pick load“ jsou navrženy pro maximálně 1000 hodin ročně. Alternátor musí splnit určitá minimální kritéria, jako jsou ovládání, chování při zkratu a provedení v souladu s:

- jednoduchý regulátor napětí
- žádné speciální plechy pro rotor a stator
- žádné speciální provedení vinutí
- standardní ložiska navržená pro 30 000 hodin provozu (20 let provozu)

Alternátor je více či méně opakující se část a běžný alternátor dieselagregátu, který splňuje normy ISO, je mnohem levnější na výrobu a jednodušeji zatížitelný než alternátor UPS. Alternátory pro dieselagregáty až do 1000 kVA jsou vyrobeny jako jedno-ložiskové stroje typu B16 podle normy DIN 42950.

Alternátor UPS

Alternátor UPS musí splňovat jiné technické požadavky než standardní alternátory dieselagregátu. Běžná provozní doba je 8760 hodin za rok. Z toho důvodu provedení ložiska, provedení vinutí, budící zařízení a regulátor napětí musí být navrženy pro vyšší výkonnost a kvalitu. Kvůli skutečnosti, že stroje pracují v pohotovostním režimu při napájení z elektrické sítě, je potřeba vysoká výkonnost pro udržení provozních nákladů na co nejnižší úrovni. Rozdíl ve výkonnosti 1% může v případě systému UPS 2000 kVA uspořit 13,760 kWh ročně.

Konstrukce synchronního stroje UPS splňuje všechny tyto parametry a používá nízko-ztrátové plechy pro sestavu rotoru a statoru, speciální provedení vinutí pro redukci harmonických kmitů a zvyšování teploty uvnitř stroje. Provedení vinutí je vhodnější pro dynamické změny a výkonnost regulátoru napětí je lepší pro zaručení specifikovaných hodnot.

Alternátor běžně napájí množství citlivých spotřebičů, a proto je vyžadována určitá odolnost vůči zkratu pro zaručení volitelnosti rozpojení CB ve směru napájení. Výrobní náklady na alternátor UPS jsou čtyřikrát vyšší než náklady na alternátor dieselagregátu.

Funkce

- Během pohotovostní činnosti je vnější rotor (21) spolu s integrovanou klecí (4) poháněn polem vinutí AC (9) vnitřního rotoru, který je vybaven dvěma vinutími, vinutím DC (pro přerušení) a vinutím AC pro zrychlení (9). Regulátor rychlosti (33) se rovněž nachází v pohotovostním provozu a udržuje výstupní hodnotu regulátoru DC téměř na nule.
- Rychlost hlavní hřídele je udržována motorem/alternátorem podle frekvence elektrické sítě.
- V případě nouze udržuje regulátor rychlosti (33) pokles rychlosti hřídele na základě řídicího signálu snímače rychlosti (8), který odesílá odchylku od specifikované hodnoty do regulátoru rychlosti. Regulátor rychlosti nastaví správnou intenzitu proudu v rotačním budicím zařízení (6).
- Vinutí DC (3) je napájeno rotačním budicím zařízením (5), které je rovněž vybaveno dvěma vinutími (6)(10) – přes usměrňovače (7). Vinutí DC (3) obsahuje určitý proud v indukčním rotoru (4). Moment vyvolání zabrzdí vnější rotor (21, 4) a poté udržuje rotor v konstantní rychlosti (5, 7, 3).
- Rychlost je udržována v konstantní hodnotě bez ohledu na zatížení.

- Pro spuštění z klidového stavu je vinutím AC (9) vnitřního rotoru provedeno zrychlení systému na 750 otm. Poté dojde ke zrychlení hnacích zařízení (dieselový motor nebo asynchronní motor) na jmenovitou rychlost (1500 otm).
- Napájení pole budicího zařízení (6) způsobuje napájení vinutí DC (3). Rotor (21,4) bude zrychlován až do dosažení jmenovité rychlosti hřídele (napájení energií z dieselového motoru). Vysokorychlostní hmota je navíc zrychlována přes vinutí AC (11) používané druhým polem budicího zařízení (10).
- Výsledné rotační pole AC zrychluje vnější rotor (21,4) až do dosažení jmenovité rychlosti přibližně 2600 otm.

Po dosažení jmenovité rychlosti bude pole zrychlujícího se vinutí (9) zmenšeno na určitou hodnotu tak, aby byly napájeny ztráty a udržována konstantní rychlost pomocí druhého snímače rychlosti (12).

4.Srovnání spolehlivosti a údržbovosti

Č	Podrobnosti	Statický UPS ve spolupráci s dieselagregátem	Systém DUPS Hitzinger
1.	Spolehlivost- počet hodin MTBF	250000	1.000,000+
2.	Kritéria provedení	Komplexní	Bez-komutátorový
3.	Záložní zdroj	Baterie	Kinetická energie
4.	Zásahy údržby	2 x za rok	2 x za rok
5.	Doba zásahu	24 hodin	4 hodiny
6.	Interval generální prohlídky	5-7 let	10 let
7.	Prostoj při generální prohlídce	< 1 den	< 1 den
8.	Provozní životnost	10-12 let	20-25 let
9.	Životnost baterie	5-7 let	Není požadováno
10.	Vzduchový chladič UPS baterie	Ano	Není požadováno
11.	Instalace UPS	Ano	Ano
12.	Instalace dieselového motoru	Ano	Ano
13.	Srovnání pohotovost činnosti dieselagregátu	~1.6 x výkon UPS	Ne
14.	Předeřívání motoru pro zajištění spolehlivého spuštění „první roztočení“	Ne vždy šetrné	Ano
15.	Startéry dieselového motoru	Startování na baterii	Startování na baterii
16.	Zařízení pro nouzové spuštění dieselového motoru	Ne	Ano
17.	Úspora prostoru v místnosti systému	Ne	Ano

Tabulka 22: Výhody UPS Hitzinger - spolehlivost

5.MTBF – Střední doba mezi poruchami

MTBF (střední doba mezi poruchami) je očekávaná doba mezi po sobě následujícími poruchami systému. Z toho důvodu je MTBF klíčovou hodnotou pro měření spolehlivosti systémů, které je možné opravit nebo restaurovat. MTTF (střední doba do následující poruchy) je očekávanou dobou do výskytu poruchy systému.

Neopravitelné systémy se mohou porouchat pouze jednou. Z toho důvodu u neopravitelných systémů slouží MTTF jako ekvivalent střední hodnoty rozdělení doby poruchy. Opravitelné systémy se mohou porouchat vícekrát. Obecně trvá delší dobu, než dojde k první poruše než pro výskyt následujících poruch. Z toho důvodu může být MTTF pro opravitelné systémy vyjádřen jednou ze dvou věcí: 1) střední doba do první poruchy (MTTFF) nebo 2) střední doba použitelného stavu (MUT) během cyklu porucha-oprava při dlouhodobém provozu.

I když je MTBF jedním z nejčastěji používaných nástrojů řízení jakosti, je rovněž jedním nástrojů, které způsobují velký zmatek.

Poznámka: Porucha v technickém systému neznamená zastavení provozu. Porucha jednoho komponentu způsobí nesprávnou činnost a nesprávná činnost může vyústit v přerušení provozu.

6.Srovnání nákladů pro statický UPS – DUPS systém

Porovnání nákladů dieselového UPS NBDK Hitzinger versus bateriový UPS s dieselagregátem					
Jmenovitý výkon UPS	800	kVA			EURO
Doba:	5	roky	Stav návratnosti	Úspora návratnosti	Úspora 36.136,00
Statický UPS / Dieselagregát	Náklady €	Systém NBDK	Náklady €		
A) Obstarání materiálu					
- statický UPS	45.000,00	- Hitzinger NBDK / 1-10 systém DDUPS	500.000,00		
- baterie na 20 minut	50.000,00				
- min.výkon dieselagregátu	160.000,00				
1.440 KVA					
Celkové náklady A)	255.000,00		500.000,00		
B) Náklady na instalaci a stavbu (náklady na m²)					
- usměrňovač / měnič		- NBDK			
* Instalace	12.000,00	* Instalace	20.000,00		
* Místnost (30 m ²)		* Místnost (55 m ²)			
* HVAC	18.000,00				
- baterie		UPS systém může být nainstalován v existující místnosti dieselagregátu			
* Instalace	15.000,00				
* Místnost (20 m ²)					
- dieselagregát					
* Instalace	25.000,00				
* Místnost (45 m ²)					

Celkové náklady B)	70.000,00			20.000,00	
C) Další elektrické instalace					
- další kabelové dráhy	8.000,00		- standardní kabelové dráhy		
Předimenzování			- jmenovitý výkon		
* transformátory	12.000,00		* transformátory		
* kabely	3.000,00		* kabely		
* dieselagregát					
Dieselagregát musí být předimenzován kvůli harmonickým kmitům, které jsou způsobeny dobíjecí kapacitou baterie a větším proudem elektrické sítě					
- vyrovnávací kondenzátory	9.000,00		- reakční výkon	zdarma	
			Dodáváno alternátorem NBDK		
Další náklady	32.000,00			0	
D) Provozní náklady					
<u>1) Spotřební materiál</u>					
		S [kVA]			
Ceny kWh =	0,2	800		Cos phi =	0,8
				kW celkem	640
- ztráty UPS (výkonnost 93%)	44,8	kW	- ztráty NBDK (výkonnost)	32	kW
0,93			0,95		
- ztráty HVAC	10	kW			
- ztráty baterie ventilace místnosti	6	kW	ventilace	18	kW
- jednotka pro dobíjení UPS	2,8	kW			
- přehřívání dieselagregátu	4	kW		4	kW
Celkové ztráty	67,6	kW	Celkové ztráty	54	kW
C = 365 x 24 x kW			C = 365x24xkW		
Ztráty x cena			Ztráty x cena		
Náklady za rok	118.435,20		Náklady za rok	94.608,00	
<u>2) Údržba</u>					
- náklady na preventivní údržbu za rok			- náklady na preventivní údržbu za rok		
* měnič	2.000,00		* systém NBDK	6.500,00	
* baterie	5.000,00				
* dieselagregát	3.500,00				
Celkové náklady na údržbu za rok	10.500,00		Celkové náklady na údržbu za rok	6.500,00	
<u>3) Provozní náklady</u>					
		5 let			
- spotřeba elektrické energie	592.176,00			473.040,00	
- preventivní údržba	52.500,00			32.500,00	
			Průměr €/rok		
- speciální údržba	15.000,00		3.000,00	15.000,00	

Celkové náklady bod D)	659.676,00			520.540,00	
Statický UPS / dieselagregát	Náklady €		Systém NBDK	Náklady €	
E) Životnost systému & náklady na náhradní díly					
- Usměrňovač/měnič: +/- 10 let				- Systém NBDK: min 20 let	
- Bezúdržbové baterie: +/- 5 let				- Výměna ložiska KIN každých 6 let	
	5	Roky		- Výměna ložiska alternátoru každých 10 let	
0	-	-	0	30.000,00	
Baterie +20% instalace + náklady na recyklaci					
1	60.000,00	60.000,00			
Celkové náklady bod E)		60.000,00			-

Celkové náklady					
A) Pořizovací náklady systému	255.000,00			500.000,00	
B) Stavba	70.000,00			20.000,00	
C) Elektrická instalace	32.000,00			-	
D) Provozní náklady	659.676,00			520.540,00	
E) Životnost + náhradní díly	60.000,00			-	
Celkové náklady €	1.076.676,00			1.040.540,00	
ZÁVĚR:					
Po uplynutí 5-ti let provozu jsou celkové náklady pro statický UPS + dieselagregát o vyšší než náklady systému NBDK	36.136,00		I přes nižší Pořizovací náklady	245.000,00	

Tabulka 19: Porovnání nákladů statického UPS / dynamického UPS typu NBDK

18.4 ROI Návratnost investice

Existuje mnoho různých definic ROI (návratnost investice) v závislosti na použití. ROI neuvádí, jak dlouho bude investice trvat.

Obecně můžeme říci, že výpočet ROI je vždy zajímavý v případě, že investice přispívá k úspěchu společnosti. To znamená, doba návratnosti je dosažena během životnosti.

Návratnost investice indikuje tok peněz z investice k investorovi během specifikovaného časového období, obvykle rok.

ROI je hodnota ziskovosti investice nikoliv hodnota velikosti investice. Zatímco úrok z úroků a reinvestice dividendy může zvýšit velikosti investice (a tedy potenciálně poskytnout návrat vyšší sumy investorovi), návratnost investice je procentní návrat založený na investovaném kapitálu.

Obecně, čím vyšší riziko investice, tím větší potenciální návrat investice a větší potenciální ztráty investice.