



ЕВРОПЕЙСКА КОМИСИЯ

ГЕНЕРАЛЕН ДИРЕКТОРАТ НА ЕНЕРГЕТИКАТА И ТРАНСПОРТА

Нови Енергии & Управление на Потреблението

Лансиране на източниците на възобновяема енергия & управление

ЕВРОПЕЙСКА ПРОГРАМА
ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА ЗА ДВИГАТЕЛИТЕ

Модул “ЕЛЕКТРОРАЗПРЕДЕЛЕНИЕ”



Декември 2006 г.

1. Въведение към документа “Модул Електроразпределение”

Този документ е допълнение към Програмата “Предизвикателство за електродвигателите” (ППЕ) “Ръководство за партньорите”. Той определя какво трябва да обхваща според ППЕ Планът за дейността на партньорите, ако ангажиментът на компанията – партньор включва електроразпределение. В частност той обяснява какво прави Партньорът по всяка от следващите стъпки от участието в ПЕ:

- **Опис** на елементите на електроразпределителната мрежа и функционирането на системата
- **Оценка** на приложимостта на възможните мерки за пестене на енергия
- **План за дейностите**, представени на Комисията, които определят какво Партньорът е решил да направи за да намали експлоатационните разходи, подобрявайки енергийната ефективност
- **Годишен отчет** за изпълнението на Плана за Действие.

Обърнете внимание, че документите отнасящи се до Описа и Оценката са вътрешни, конфиденциални документи, докато Планът за Действие и Годишният доклад се докладват пред Комисията.

2. Общи положения

Една промишлена електрическа разпределителна мрежа трябва да осигурява следното:

- Оптимален производствен процес,
- Безопасност и сигурност за хората,
- Защита на съоръженията,
- Стабилно и качествено електрозахранване.

Този модул обхваща различни елементи на една промишлена електроразпределителна система:

- Силови трансформатори
 - сухи (първично напрежение до 24 kV, диапазон на номиналната мощност от 50 до 2 500 kVA)
 - масленапълнени (първично напрежение до 12 kV, диапазон на номиналната мощност от 100 to 2 500 kVA)
- елементи на защитата
 - измервателни елементи (напрежение, ток)
 - наблюдение (реле)
 - прекъсване (прекъсвачи, предпазители)
- кабели
- автоматични изключватели
 - изключватели за голяма мощност
 - разединители
- други...

3. Опис на елементите

В този раздел е описана първата стъпка за определяне на възможните действия за пестене на енергия. Партньорът по ППЕ трябва да състави опис на елементите на разпределителната мрежа с техните основни работни характеристики. Този опис се разделя на четири фази.

Основни характеристики на разпределителната система

Една електроразпределителна мрежа може да се охарактеризира по различни признаци, такива като архитектура, размери, режими на работа, заземяване, вида на източниците и потребителите, типа и характеристиките на разпределителните трансформатори, според специфичните нужди и изисквания към електрозахранването.

Описание на мрежата

Непрекъснатото електрическо захранване в по-голяма или по-малка степен зависи пряко от конструкцията на електрическата мрежа. Така както стойността и сложността на една електрическа мрежа са взаимно свързани, така и изборът на архитектурата представлява компромис между техническите и икономическите критерии. Изберете от следващия списък и неговите подраздели типа архитектура на вашата разпределителна мрежа.

радиална	контурна	включително с резервен генератор
- "единичен радиален фидер" или "единично електрозахранване" - двойно електрозахранване - двойно радиална система - двойно радиална система с линеен разединител	Отворен контур Затворен контур	Местен резервен генератор, заместващ източник

Разпределителен трансформатор

За всеки такъв трансформатор попълнете следните данни.

1. Номинална мощност (VA) 2. Първично и вторично номинално напрежение (kV) 3. Превключвател за промяна на коеф. на трансф. 4. Тип (маслонапълнен / сух) – ако е от първия тип, да се укаже вида на маслото или на течността 5. Свързване 6. Загуби на празен ход, P_0 (kW) 7. Загуби при натоварване, P_k (kW) 8. Вид на охлаждането (ONAN, ONAF, естествена или принудена вентилация) 9. Колко време е в експлоатация 10. Ремонти (пренавиване...)	11. Допълнително оборудване за защита a. От вътрешни прекъсвания (термометър за маслото, RGPT, Buchholz реле...) b. От претоварване (защитно реле, предпазител...) 12. Допълнително оборудване a. брояч b. кондензатори за компенсация на реактивната енергия 13. Термичен клас 14. Вид поддръжка (визуална проверка, смяна на маслото, измервания ...)
--	--

Заземяване

Опишете системата на заземяване на вашата електроразпределителна мрежа: TT, TN-C, TN-S, IT.

Документиране и оценка на работните параметри

Оценката на работните параметри изисква наличие на измервателни средства и относително добро познаване на електрическите мрежи. В идеалния случай в мрежата би трябвало да има постоянно включени измервателни уреди, които да осигурят непрекъснат контрол на работата на системата.

Начални измервания

(1) Привидна (S), активна (P) и реактивна (Q) мощности (VA, W, VAR)	(6) Ниво на шума (dB)
(2) Средноквадратични стойности на напрежението и тока	(7) Напрежителни спадове, скокове и прекъсвания
(3) Коефициент на мощност (PF=P/S) или $\cos\varphi$	(8) Коефициент на хармонични изкривявания (THD)
(4) Коефициент на натоварване (%)	(9) Несиметрия на напреженията
(5) Работни часове (часове/година)	(10) Работна температура

При липса на измервателни уреди възможно действие е извършване на качествен анализ на системата: смущенията в системата и температурните отклонения, които не могат да се проследят и да се свържат с промени в товара, трябва да се разглеждат като симптоми за възможни електрически смущения.

Подробно описание

Подробното описание (незадължително) изисква по квалифицирани измервания, и възможно външна помощ, за да се оценят следните параметри.

(1) Полярна и векторна диаграма	(4) Загуби при натоварване P_k в kW, пълни съпротивления (импеданси) при права и нулева последователност (включително температурна корекция),
(2) Съпротивление на намотките (включително температурна корекция)	(5) Хармоници и интер-хармоничен спектър
(3) Загуби на празен ход (включително температурна корекция), P_0 в kW	(6) Работна температура

Общи показатели за работата

На основата на събраните данни може да се оценят следните общи показатели за работата на вашата електроразпределителна мрежа.

1. Привидна, активна и реактивна мощности	5. Кратки прекъсвания, продължителни прекъсвания (max/min/средна продължителност)
2. Коефициент на мощност (PF=P/S) или $\cos\varphi$	6. Големина и количество на спадовете и скоковете на напрежението
3. Ток	7. Коефициент на хармоничните изкривявания (THD)
4. Несиметрия на напрежението	

Трябва да се отбележи, че качеството на електрическата енергия на вашата разпределителна мрежа зависи от вашия доставчик и от архитектурата на мрежата и характеристиките на машините и оборудването.

Симптоми за неправилна работа на системата

Електрическите мрежи и системи страдат главно от следните четири причини за аномална работа:

- Късо съединение (между две фази или между фаза и нула),
- претоварване,
- повреди на въртящите се машини
- ниско качество на електрическата енергия предизвикано от електронното оборудване, пещи и др.

Например, прегряването и обратния въртящ момент на електродвигателите са обикновено симптоми за несиметрия по-голяма от 2%.

Въпреки че електродвигателите допускат малки отклонения на напрежението спрямо номиналната му стойност, работата при напрежение различно от указаното на табелката намалява техния к.п.д. Това от своя страна скъсява понякога живота на електродвигателя вследствие прегряване на изолацията и на системата за смазване. Например, ако един двигател работи при напрежение 10% по-ниско от номиналното, той развива въртящ момент около 80% от номиналния. Ако двигателят работи при

високи нива на натоварване, той ще консумира по-голям ток, което води до прегряване и до преждевременно излизане от строя.

4. Техническа оценка на действията за пестене на енергия

Дейностите за пестене на енергия представени в този модул се разделят според прилагането им както следва:

- работа,
- поддръжка,
- подобряване на качеството
- и проектиране/нови устройства.

Работа на системата

Реактивната мощност консумирана от магнитната верига на консуматорите, такива като електродвигатели или луминесцентни лампи води до увеличаване на протичащия в кабелите ток при същата активна мощност. Фазовото изместване между тока и напрежението може по различен начин да доведе до влошаване на качеството на електрическата енергия:

- допълнителни загуби от нагряване на проводниците в разпределителната мрежа ($\alpha R I^2$),
- претоварване и прегряване на трансформаторите с ограничена свободна активна мощност,
- спадане на напрежението при крайните потребители и аномална работа на чувствителните товари,
- намаляване на очаквания експлоатационен срок на двигателите и трансформаторите,
- плащане на глоби на производителя на електроенергия.

Компенсацията на реактивната мощност дава възможност да се постигне $\cos\phi$, позволяващ не само финансови икономии, но и намаляване на влиянието на реактивните токове. Стойността на изпълнимия $\cos\phi$ зависи от глобите, които се налагат в дадена страна. Обикновено неговата стойност е между 0,93 и 0,97. Компенсацията на $\cos\phi$ трябва да бъде правилно подбрана и регулирана спрямо действителната реактивна мощност, която трябва да се компенсира.

Инвестицията необходима за подобряване на $\cos\phi$ има време на възвращаемост от 6 месеца до година и половина, в зависимост от работните часове на компанията.

Намаляване на хармоничните изкривявания

Токовете от висшите хармоници, които циркулират в разпределителната мрежа предизвикват не само влошаване на качеството на енергията (форма на напрежението, честота), но също така генерират загуби до 10% в кабелите, трансформаторите и консуматорите. Загубите от вихрови токове, около 10% от общите загуби при пълно натоварване, се увеличават пропорционално на квадрата на токовете от висшите хармоници. В общия случай, трансформаторите се преоразмеряват, когато захранват нелинейни електрически товари. Ние препоръчваме да се използват трансформатори клас К, които са специално конструирани да минимизират загубите от вихрови токове, когато има токове от висшите хармоници.

В таблицата по-долу са дадени мерките за увеличаване и подобряване на енергийната ефективност при работа на системата.

Описание	Спестена енергия	Честота	Приложимост	Изискван и умения
Подобряване на коефициента на мощност чрез локална (кондензатор, честотно регулируемо задвижване и филтриране на хармониците) или обща (централна) компенсация		веднъж	+	собствени
Намаляване на топлинните загуби чрез преоразмеряване на кабелите			-	-
Разглеждане на мерки за филтриране на висшите хармоници (дросел за висшите хармоници, пасивен или активен филтър, хибриден филтър, линеен дросел, увеличена мощност на к.с., Scc), и др.	Намаляване на загубите в медта с 10% Загубите от вихрови токове (10% от всички загуби)		+	външни експерти
Обсъждане поставянето на последователно реактивно съпротивление за да се реши въпроса с интер-хармоничните смущения	Намаляване с 30% на случайни смущения			външни експерти
Инсталиране на локални измервателни уреди. Изменението на поведението зависи от начина, по който се управляват енергийните задължения				външни експерти
Инсталиране на синхронен компенсатор, реактивен компенсатор, електронен регулатор на качеството на енергията, превключвател за регулиране коефициента на трансформация при изменение на напрежението	Намаляване на случайните смущения от 25 до 50%			външни експерти
Инфра-червена термография , за откриване на възможни прегрявания на намотките на трансформатора, предизвикани от хармониците			++	собствени и на външ-ни експер-ти
Разглеждане използването на UPS , реактивните компенсатори, динамичните електронни регулатори на напрежението, стартер с плавно включване, електронен регулатор на качеството на енергията за елиминиране на смущенията от спадове на напрежението. Промяна на изборителната способност на защитните устройства	Зависи от чувствителността на оборудването броя на спадовете на напрежението [виж примерите в таблиците 1 и 2]	еднократно		външни експерти
Разглеждане възможностите на UPS , разпределено производство на електроенергия, замяна на механичните източници на енергия, статичен разпределителен прекъсвач, дистанционно управление за решаване на проблемите при прекъсване подаването на електроенергия	Виж някои примери в таблица 2	еднократно		външни експерти
Обсъждане на различни устройства като електронен компенсатор, динамичен електронен регулатор на напрежението, увеличаване на мощността на к.с. за да се уравни товарите и да се предотврати възникването на обратен двигателен момент или прегряване на асинхронните машини.				външни експерти

Дадените по-долу две таблици показват някои примери на икономически загуби от спадане на напрежението или моментно прекъсване на електрозахранването в различни предприятия (източник: Electrotek Concepts).

Таблица 1 – Примери за икономически загуби от спадане на напрежението в три различни компании

	Икономически загуби от спадане на напрежението
Производство на полупроводници	3 800 000 €
Металургия	350 000 €
Производство на стъкло	250 000 €

Таблица 2 – Стойност на моментно прекъсване на електрозахранването (1 мин), в €/kW

	Стойност на моментно прекъсване (€/kW demand)	
	Minimum	Maximum
Автомобилно производство	5.0	7.5
Каучук и пластмаси	3.0	4.5
Текстил	2.0	4.0
Хартия	1.5	2.5
Типография (вестници)	1.0	2.0
Нефтохимическа промишленост	3.0	5.0
Метални изделия	2.0	4.0
Стъкло	4.0	6.0
Добивна промишленост	2.0	4.0
Хранителна промишленост	3.0	5.0
Фармацевтична промишленост	5.0	50.0
Електроника	8.0	12.0
Производство на полупроводници	20.0	60.0

Поддръжка

Редовната превантивна поддръжка позволява да се избегнат повреди при експлоатацията на оборудването. Например, повредата на един трансформатор може да доведе до сериозни последици вследствие изключване на захранването на определена инсталация, с възможно изключване и на цялото предприятие.

Описание	икономи и	честота	Приложи- мост	Изисквани умения
Почистване на изолационните втулки и контактните съединения (за предотвратяване рискове от корозия) – контактната повърхност трябва да бъде широка и чиста. Затягане на шините Проверка на защитните устройства		Веднъж годишно	+++	вътрешни
Проверка на защитните камери и на изключвателя		Веднъж годишно	++	вътрешни
Проверка а изтичане на изолационно масло, проверка на нивото на маслото и на уплътненията		Веднъж годишно	++	вътрешни
Оцветяване на регистрираните повреди (индикатор за прегряване)		Веднъж годишно	++	вътрешни
Проверка за кондензирана влага или проникнала вода в изводните кутии		Веднъж годишно	++	вътрешни
Откриване с инфрачервена камера на прегрети кабели		Веднъж годишно	++	
Оценка на натоварването за типичен експлоатационен интервал чрез измерване на токовете и напреженията				
Проверка навъздушната циркулация около трансформаторите		Веднъж годишно	++	вътрешни
Проверка на осигуряваните мощности, токове и напрежения за откриване на възможни прегрявания		Веднъж годишно	++	
Анализ на маслото за потопяемите трансформатори (хроматография, изолационни свойства, процентно съдържание на вода, газов анализ на релето на Бухолц ...), всеки две години за трансформаторите, имащи контакт с външния въздух и всеки шест години за тези които нямат		Всеки две или шест години	+	Външни експерти
Измерване съпротивлението на намотките и на контактните съединения		Веднъж годишно		
Проверка на изолацията		Веднъж годишно		

Подобряване на качеството

В случаите на дефекти на оборудване или материали има три различни подхода за действие:

- възстановяване на дефектирания елемент,
- замяна на дефектирания елемент с такъв от същия вид, който е в наличност,
- замяна на дефектирания елемент с нов с по-висока енергийна ефективност.

Във всеки случай, трябва да се направи икономически анализ, като се вземат предвид общата цена, стандартите или специфичните характеристики и срока за доставка или ремонт. Въобще, замяната на старо стандартно дефектирало оборудване с ново, по-ефективно е изгодна и бърза (стандартно оборудване лесно се намира). От друга страна, за специално оборудване или ако стандартът се е променил, ремонтът е по-бързо и изгодно решение.

Описание	икономии	честота	Приложимост	Изисквания
Пренавиването е най-изгодно по цена решение за нестандартни трансформатори или въртящи се машини			+	външни
Смяна на съединенията на резервоара				външни
Смяна на изолиращата течност след почистване на резервоара				външни
Замяна на старите трансформатори с високоефективни трансформатори	15 до 20% от загубите на празен ход			външни
Смяна на (<1980) общата таблица за ниското напрежение с нова (>2000) такава (дължината на проводниците е намалена с 40%)	Загубите в медта се намаляват с 30%			външни
Да се изберат високоефективни елементи според общата таблица за ниското напрежение с ниска консумация на енергия (за стандартния прекъсвач (20 W), а за ефективния (7 W). Това намаляване на мощността може да направи излишно допълнителното охлаждане.				външни
Замяна старите силови инвертори с нови енергоефективни: к.п.д. е по-висок, а коефициентът на мощност се подобрява с 10 до 15%				външни
Да се добавят филтри за висшите хармоници в случай, че енергията на мрежата е с ниско качество				външни

Проектиране и инсталиране

Описание	икономии	честота	Приложимост	Изисквания
Да се изберат високо ефективни трансформатори вместо стандартните трансформатори	15 до 20% от загубите на празен ход		++	Вътрешни
Уверете се, че трансформаторът правилно се охлажда , ако е разположен в малко помещение		--	++	Вътрешни
Изберете трансформатор, който се охлажда с естествена конвекция (ONAN), вместо такъв с принудително охлаждане (ONAF)			++	Вътрешни
Нелинейните товари да се разположат близо до трансформаторните ниско волтови фидери		--	+	Вътрешни
Намаляване на напрежението на късо съединение / преоразмерен трансформатор		--	++	

За специални производства, такива като металургията, филтрите за висшите хармоници може да се окажат недостатъчно задоволителни; нужен е общ подход, свързан с електрическата мрежа.

Оценката на всяка от мерките в горните таблици трябва да определи приложимостта и печалбата от съответната мярка. Това може да се извърши във форма подобна на тази в следващата таблица.

Таблица “Резултати от оценката”

Мерки за пестене на енергия	Предложена дейност	Годишна икономия на енергия (1)	Изменение в годишните O&M разходи (2)	Допълнителни разходи за инвестиции	Оценка на възвръщаемостта (месеци)
Работа на системата					
Поддръжка					
Подобряване на качеството					
Проектиране и нови инсталации					

Легенда:

(1) Когато спестената енергия не може точно да се измери (което е често срещан случай), тя може да се определи от резултатите от оценката и общоприетите технически коефициенти.

(2) Инвестиционните и O&M разходи представляват оценки на измененията в разходите по отношение на това, което би се изразходвало без партньорските задължения към ППЕ. Това може да бъде например: допълнителни инвестиции за оборудване с по-високи експлоатационни качества, увеличаване/намаление на разходите за поддръжка, допълнителни икономии от по-добро качество или надеждност и др.

5. План за действие

Планът за действие на вашата компания, както е предложено във формата по-долу, трябва да посочи:

- За мерките, които сте решили да осъществите: график за изпълнение
- За мерките, които сте решили да не осъществите: причините.

Планът за действие се представя на Комисията. След одобряване, вашата организация ще бъде призната за партньор по ППЕ.

Мерки за пестене на енергия	Приложимост (1)	Специфични дейности (2)	% покритие (3)	График (4)	Очаквани икономии (5) (MWh/year)

Легенда: (1) **Приложимост**. Отбележете пречките за прилагане посредством един или повече от следните кодове: NA Неприложима по технически причини (Not applicable for technical reasons)

NP Неизгодна (Not profitable)

NC Не е обсъждана поради това, че оценката би била твърде скъпа (Not considered, because evaluation would be too expensive)

Ако полето е оставено празно мярката се разглежда като приложима и изгодна.

(2) **Специфични дейности.** Няколко специфични дейности може да бъдат одобрени за изпълнение на една енергоспестяваща мярка.

(3) **% Покритие.** Ако предложено от Партньора задължение включва няколко трансформатора, колонката трябва да се използва за отбелязване на частта от трансформаторите, за които специфичните дейности ще се реализират. Такава оценка може да се направи спрямо най-удобния индикатор: брой на трансформаторите, мощност, консумация на енергия. Определете използвания индикатор чрез: "%"; "%kW", %kWh". Посочете броя на включените страни или фабрики.

(4) **График.** В него се посочват сроковете за изпълнение на всяка дейност. Това може да бъде отделен период или дата, или да зависи от някоя друга дейност, например, "Кога трансформаторът е сменен", or "Кога магазинът за бои е подновен".

(5) **Очаквани икономии** на енергия в MWh/година. Такива оценки обикновено са приблизителни и се базират на общоприетата практика.

6. Годишен отчет

Годишният отчет за Комисията определя напредъка при изпълнението на плана за действие и коментира нови или коригиращи инициативи. Дадената по-долу форма на отчета трябва да се използва с отчитане на процентното изпълнение спрямо годишната база

Двете колони отляво са копие от Плана за действие на Партньора, както е одобрен от Комисията.

Одобрен план за действие		Годишен отчет за 20xx г.
Дейности за изпълнение на мерките за икономия на енергия	Съгласувани срокове за дейностите	Изпълнение на дейностите в проценти и коментари, където това е уместно ⁽¹⁾
Дейност 1		
Дейност 2		
...		

(1) Постигнатият процент може да се разглежда като индикатор, като например, отношението на системите обхванати от Плана за действие, за които отделни дейности са били завършени.

Партньорите могат да намерят, че е полезно да направят част от показания по-долу **Синтез** на резултатите от ангажиментите към ППЕ.

<i>Синтез на Годишния отчет</i>		
	От началото на действие на плана	Тази година
Процент на завършените дейности от Плана за действие		
Оценка на цялата инвестиция за Плана (000 EUR) ⁽¹⁾		
Оценка на промяната в не енергийните O&M разходи (000 EUR) ⁽¹⁾		
Оценка на икономисаната енергия (MWh) ⁽¹⁾		
Потребление на електроенергия спрямо произведените стоки (000 kWh/Q-Prod.) ⁽²⁾		

(1) Виж легендата по-горе към таблицата "Резултати от оценката"

(2) Q-Production е относителен индикатор за обема произведени стоки, в зависимост от вида на продукцията, който може да се изрази, например, в тонове.