

Transient overvoltages in the electric power supply of the Rozhen NAO

Georgi Ganev¹, Ilian Kh. Iliev², Ekaterina Geordzheva¹

¹ Technical University of Sofia, Plovdiv Branch, Plovdiv, Bulgaria

² Institute of Astronomy, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria
geoganev@yahoo.com

(Research report. Accepted on 1.11.2009)

Abstract. One of the most common problems in the power supply of the Rozhen NAO is studied in this paper, the transient overvoltages. The reasons of their origin are examined, their influence on the consumers, the ways and the devices for their restraint.

Key words: power supply quality

Преходни пренапрежения в електро-захранването на НАО "Рожен"

Георги Ганев, Илиан Илиев, Екатерина Георджева

В статията се насочва вниманието към един често срещан проблем в електрозахранването на НАО - преходните пренапрежения. Разглеждат се причините за възникването им, влиянието което оказват върху консуматорите, начините и средствата за тяхното ограничаване.

Въведение

В наредба от юни 2004 г. Държавната комисия по енергийно и водно регулиране (ДКЕВР) определя основното задължение на електроразпределителните дружества – да доставят електрическа енергия до присъединените към техните мрежи потребители с определени качествени показатели (ДКЕВР[2004]). Приети са и действат съвременни европейски стандарти, касаещи качеството на електроенергията и електромагнитната съвместимост на консуматорите – БДС EN 61000, БДС EN 50160 и други.

Понятието качеството на електроенергията (КЕЕ) обединява в себе си различни конкретни технически показатели, чрез които се дефинират параметрите на енергия. Сред общоприетите показатели за КЕЕ са т.нар. бързи изменения на напрежението – "изменения до 10% с малка продължителност могат да настъпват няколко пъти на ден при някои условия" (ДКЕВР[2004]). Друго характерно понятие за качеството на напрежението е понятието "преходни пренапрежения" (БДС EN 50160[2006]). Макар, че преходните пренапрежения не се нормират в (ДКЕВР [2004]), те заедно с прекъсванията на захранването оказват най-силно непосредствено влияние върху потребителите на електроенергия.

Захранването на НАО "Рожен" е реализирано със смесен електропровод (въздушен и кабелен), с много разклонения, пресичащ планински терен, залесен с висока растителност. НАО е последният консуматор, включен към отклонение с дължина около 4.5 км състоящо се от въздушен и от кабелен електропровод.

Използваната схема на електрозахранване на НАО – въздушна мрежа 20 kV с компенсирана неутрала се характеризира с добри експлоатационни показатели – осигурява време за отпадане на възникващите земни съединения, предпазва оборудването средно напрежение (СН) от излишни заработвания и др. Наред с това, поради заземяването на неутралата през компенсираща бобина се създават предпоставки за влошаване на КЕЕ (Ганев и др., [2008]).

В статията се разглеждат причините за възникване на преходни пренапрежения, влиянието на пренапреженията върху някои консуматори използвани в НАО "Рожен" и възможните средства и начини за тяхното подтискане.

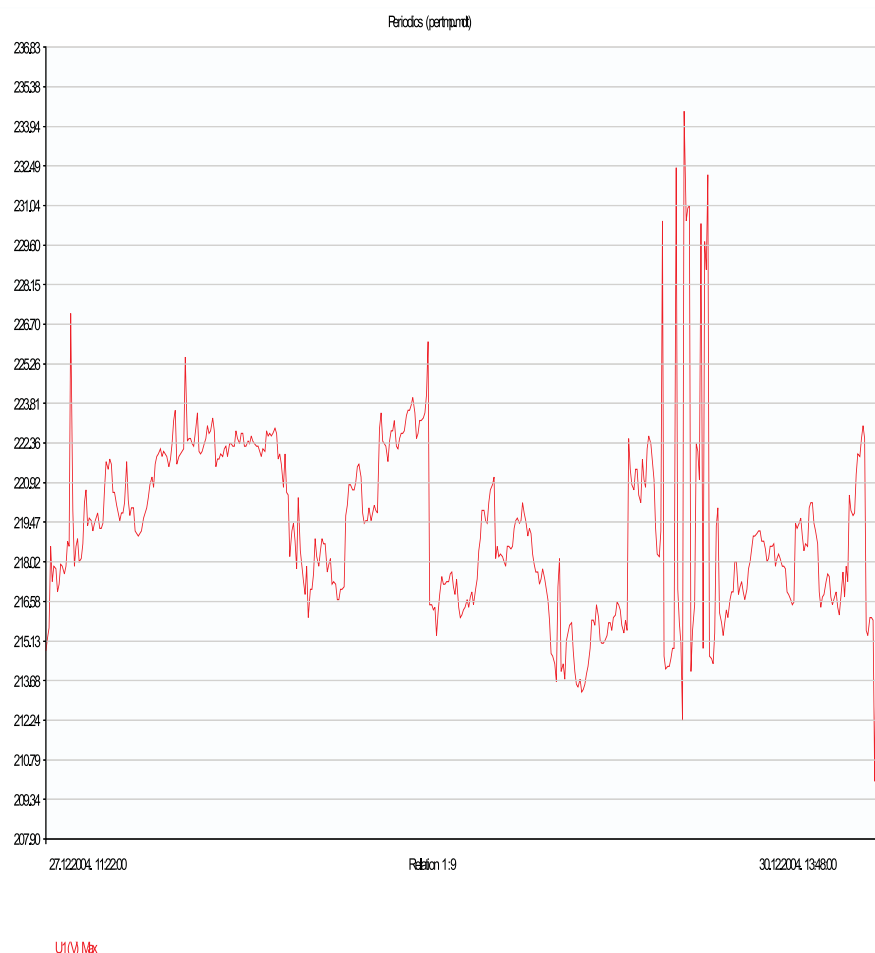


Fig. 1. Регистрирани максимални фазови напрежения за периода 27.12 – 30.12 2004 г. фаза U1.

1 Влияние на преходните пренапрежения

Групата на съвременните полупроводникови устройства обединява в едно различни по предназначение устройства - персонални компютри и друго офис и интернет оборудване, честотни електрозадвижвания, енергоспестяващи източници на светлина и др. Захранването на тези консуматори става чрез АС/DC или АС/DC/АС преобразуватели, които като правило са особено чувствителни към измененията на напрежението. Според БДС (БДС EN 60664-1 [2006], БДС EN 60730-1 [2002]) това са потребители от първа категория и допустимото ниво на напрежението за тях е 1.5 kV.

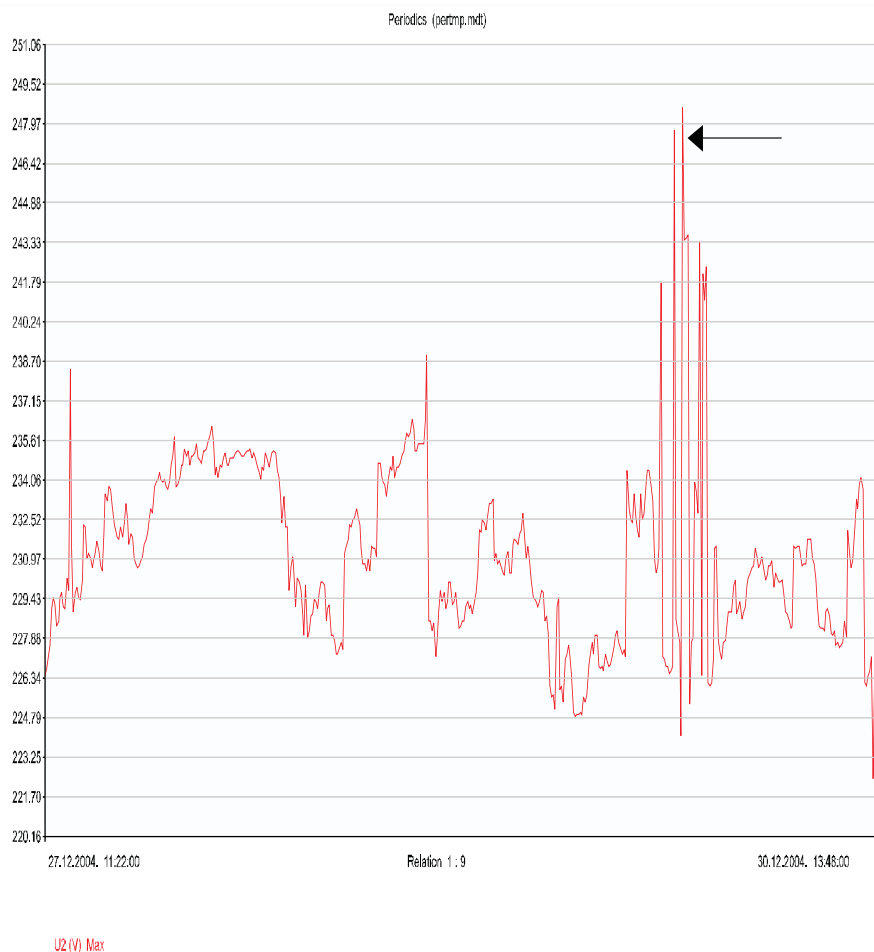


Fig. 2. Регистрирани максимални фазови напрежения за периода 27.12 – 30.12 2004 г. фаза U2.

Преходните пренапрежения имат голяма амплитуда - до 6 kV и малка продължителност - от няколко милисекунди или дори по-малко (БДС EN 50160 [2006]). Причините за възникването им може да са пряко или

индиректно попадение на мълния или комутации в енергийната система. Поради бързото изменение на напрежението, преходните пренапрежения смущават нормалната работа на електронното оборудване (например, пред-извикват рестартиране на персонални компютри, активиране на ал-армени системи и др.). Преходните пренапрежения, в зависимост от параметрите си, може да предизвикат трайна повреда в тези устройства.

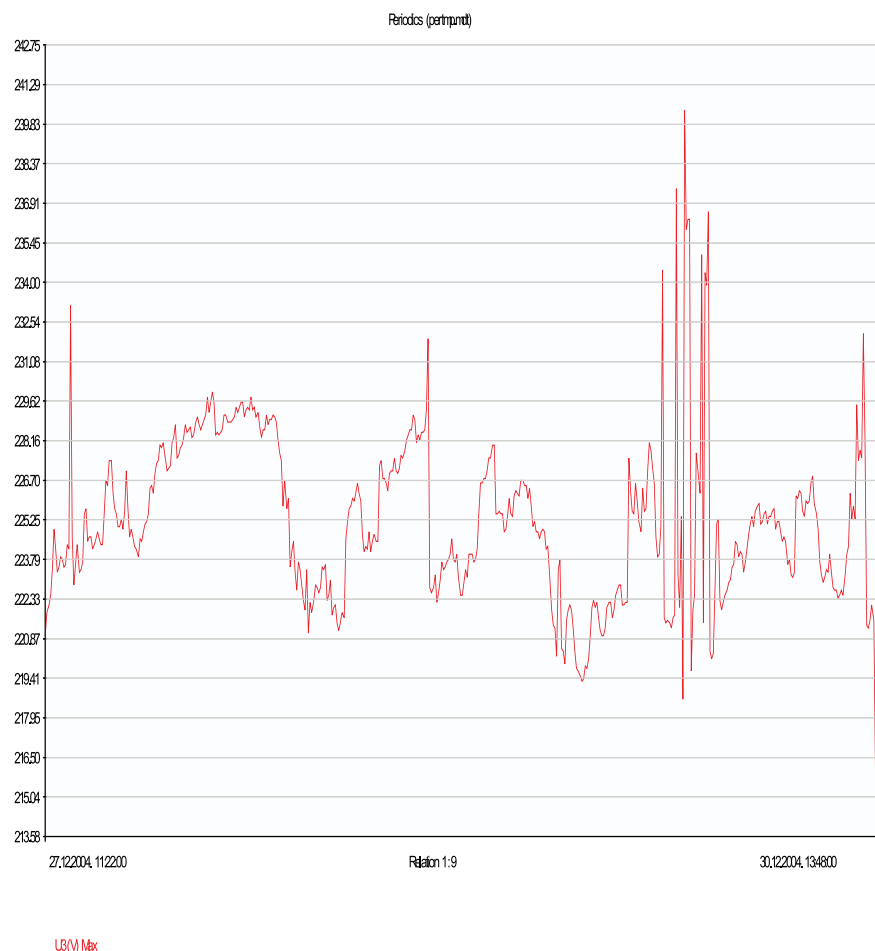


Fig. 3. Регистрирани максимални фазови напрежения за периода 27.12 – 30.12 2004 г. фаза U3.

2 Резултати от проведени измервания

В периода септември 2004 – август 2005 гг. и през септември 2009 г. бяха проведени измервания на КЕЕ на НАО "Рожен". Използуван е анализатор на КЕЕ тип MI-2191 на фирмата Metrel. В сравнение с други измерителни

уреди от този тип, MI-2191 е преносим анализатор от нисък клас. За пример, при регистриране на аномалии на напрежението, за един период на напрежението се правят 64 измервания, т.е. интервалът на дискретизация е $312.5 \mu s$.



Fig. 4. Регистрирани максимални фазови напрежения за периода 22.07 – 23.07 2005 г. фаза U1.

На фиг. 1 до фиг. 3 и на фиг. 4 до фиг. 6 са представени измерените максимални ефективни стойности на трите фазови напрежения на вторичната страна на понижаващия трансформатор ТМ-400kVA 20/0.4 kV, измерени през 2004 и 2005 гг. съответно.

Отделно, на фиг. 7 са представени регистрираните напрежения, регистрирани с MI-2191, работещ в режим PERIODIC RECORDER. Измерените стойности се запамятват за интервал от една минута и се усредняват. Регистрираното най-високо напрежение е 349 волта (фиг. 2) и превишава номиналното напрежение с 12% за около две минути. В този режим на

работа на MI-2191 не е възможно точно да се определи максималната стойност на преходните напрежения. Характерно за регистрираните бързи изменения на напреженията е, че възникват непосредствено след краткотрайни изключвания на захранващия електропровод и последващите му включения.

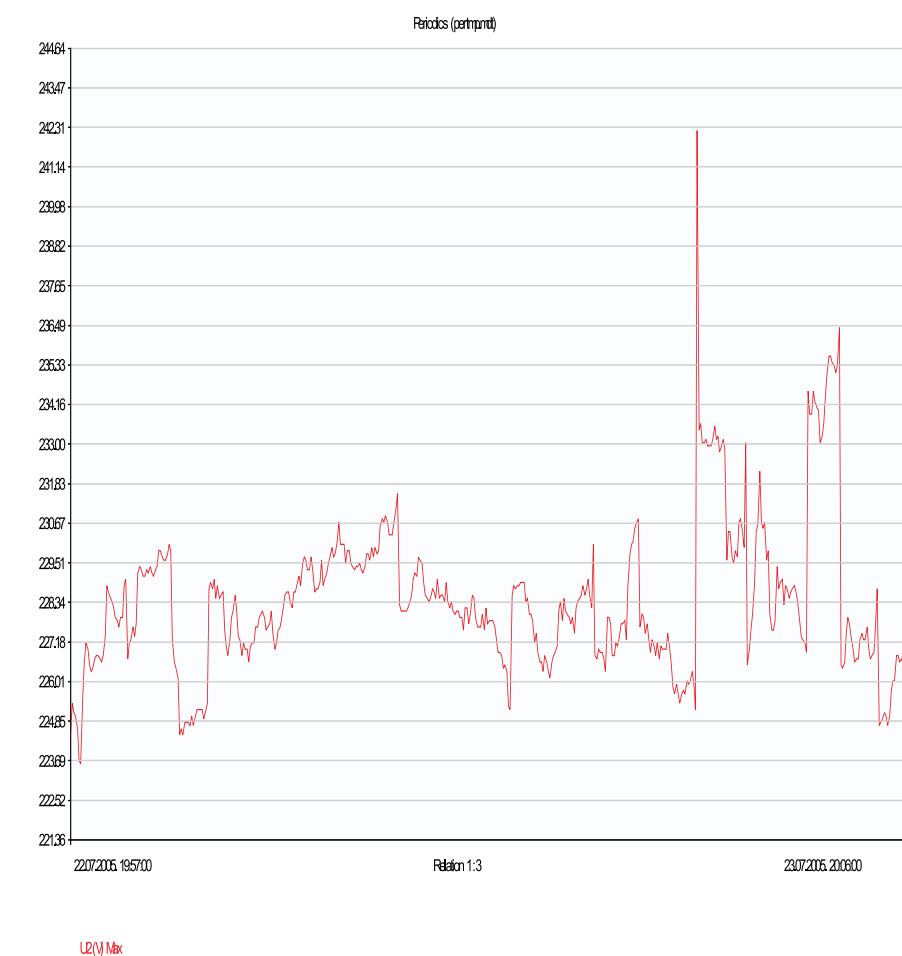


Fig. 5. Регистрирани максимални фазови напрежения за периода 22.07 – 23.07 2005 г. фаза U2.

На фиг. 7 са дадени регистрираните пренапрежения със същия уред през периода 08.09 – 10.09 2009 г. Представени са моментните стойности на напреженията. В режим TRANSIENT RECORDER уредът прави 20 измервания на милисекунда. Регистрираните преходни напрежения са в границите от 361 до 385 волта, а продължителността им - от $70 \mu s$ до 1.25 ms. Нарастването на напрежението достига до 18.5%. Вероятната причина за възникването им е появата на краткотрайно земно съединение, съпроводено със запалване на дъга (фиг. 7, горен панел) след включване

на електропровода или появата на преходно късо съединение през дъга (фиг. 7, долен панел).

Поради малката амплитуда на пренапреженията, може да се предположи, че тези аномалии са възникнали на някое отклонение на мрежата средно напрежение, на сравнително голямо разстояние от НАО. В двата случая възникват отразени вълни в мрежата средно напрежение с честота под 5 kHz, а затихването им е сравнително бързо – до няколко милисекунди, амплитудата им е около два пъти по-голяма от тази на обявеното напрежение (Ганев, Георджева [2008], Ганев [2008]).

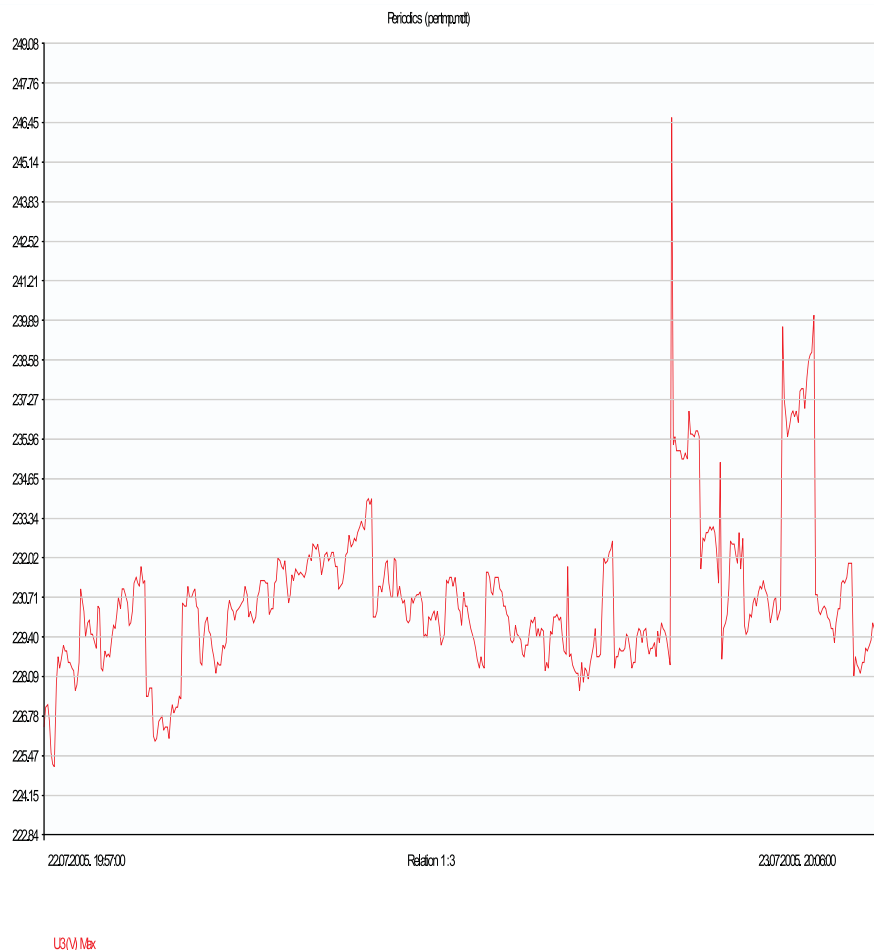


Fig. 6. Регистрирани максимални фазови напрежения за периода 22.07 – 23.07 2005 г. фаза U3.

3 Възможни решения

1. Широко използвано средство за защита на чувствителни консуматори от смущенията разпространяващи се по захранващата мрежа са локал-

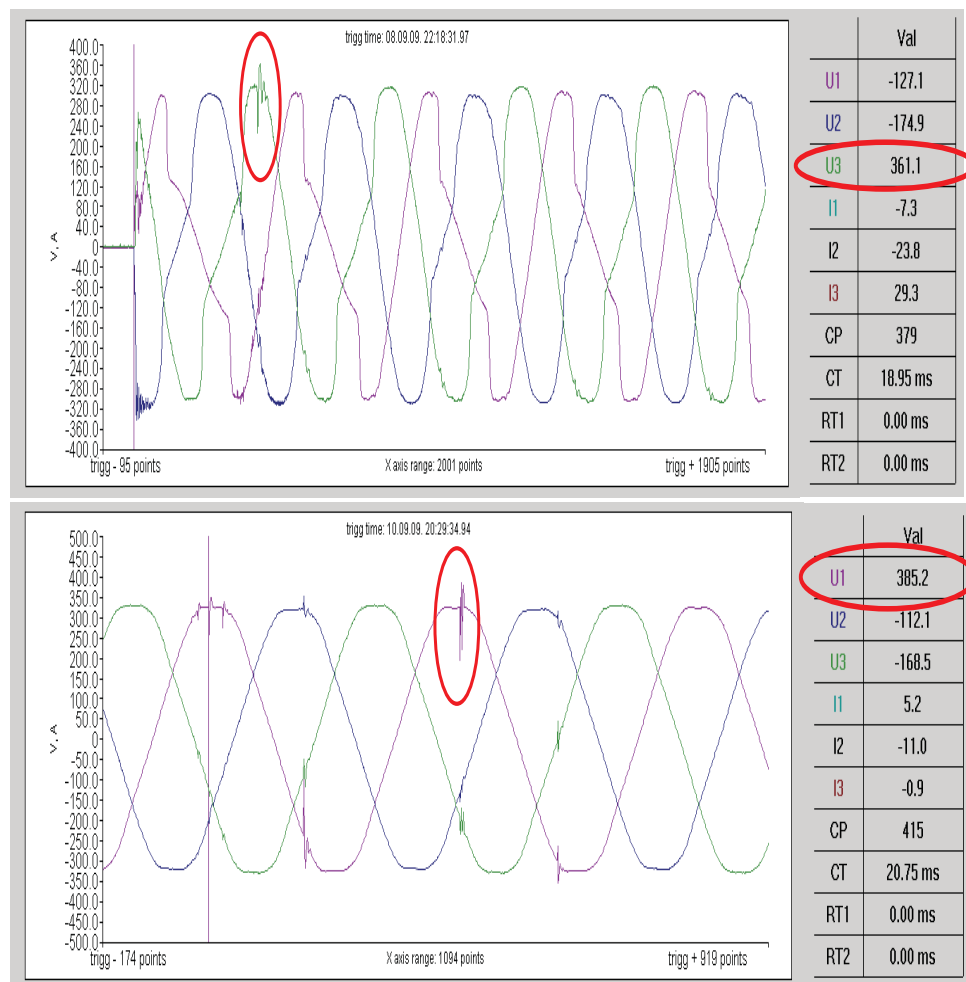


Fig. 7. Моментни стойности на напреженията в трите фази на ниското напрежение, измерени в периода 08.09 – 10.09 2009 г. Регистрираните характерни пренапрежения са отбелязани с овали.

ните "системи за непрекъсваемо захранване" (UPS). Трябва да се има предвид, че ефективна защита от преходни пренапрежения може да се реализира само устройства с двойно преобразуване на енергията (double conversion). UPS-те от по-нисък клас, работещи в режим на изчакване (т.н. stand-by режим), не могат да осигурят защита от преходните пренапрежения.

2. Пренапреженията може да се елиминират с използването на активни филтри или на (UPSC). Активните филтри са ефективно средство за подтискане на смущаващите въздействия, разпространяващи се по

захранващата мрежа. Поради високата цена, те все още нямат широко разпространение в практиката.

3. Ефективно средство за подтискане на преходните пренапрежения са катодните отводители (т.нар. "арестери"). Предлагат се устройства на различни фирми-производители (напр. серията OVR на ABB). Основният недостатък е, че поради голямата честота на възникващите пренапрежения и ограниченият работен ресурс на арестерите, се налага периодична подмяна на тези устройства.
4. Наред с инсталирането на допълнителни устройства, защитаващи консуматорите от пренапрежения, би следвало да се извършва и периодична проверка на заземителната инсталация на НАО. Според сега действащите разпоредби това трябва да се извършва през пет години.

Изводи

1. Все по-широкото използване на енергоспестяващи светлинни източници или други съвременни електронни устройства поставя по-остро въпросът за качеството на електроенергията доставяна от електроразпределителните предприятия. Тези устройства са особено чувствителни към преходните пренапрежения.
2. Причините за възникване на пренапрежения са комплексни. Пресеченият залесен планински терен, използваната въздушна мрежа средно напрежение с компенсирана неутрала, това че НАО е последен консуматор включен към разпределителната мрежа са предпоставки за възникване на различни смущаващи въздействия. Ограничените инвестиции за профилактика, поддръжка и обновяване на електросъоръженията са друга значима причина за възникване на проблеми в електрозахранването.
3. Наложително е да се създаде система за непрекъснат мониторинг на показатели на КЕЕ. Тя ще даде възможност да се получи подостоверна представа за конкретните стойности на показателите на КЕЕ и тяхното изменение. Едва след натрупването на достатъчен обем информация, за достатъчно дълъг период от време би могло да се коментират проблемите свързани с КЕЕ на НАО "Рожен", с фирмата доставчик на електроенергия и съответствието на отделни нейни показатели на сега действащите норми. В по-далечна перспектива системата за мониторинг на КЕЕ може да се доразвие в система за управление на електропотреблението на НАО "Рожен".

Благодарности Изследванията, представени в тази публикация са подпомогнати частично от проекти NIK-05 и DO 02-85 на Националния фонд "Научни изследвания".

References

- БДС EN 60730-1. Автоматични електрически управляващи устройства за битова и подобна употреба. Общи изисквания, 2002
- БДС 50160, Характеристики на напрежението на електрическата енергия, доставяна от обществените разпределителни електрически системи, 2006

- БДС EN 60664-1 Координация на изолацията за съоръжения в системи за ниско напрежение. Част 1: Правила, изисквания и изпитвания, 2006.
- ДКЕВР, 2004, Показатели за качество на електроснабдяването - май 2004 г., (файл indic_1.pdf)
- Ганев, Г., 2008, Научни трудове на СУБ, том VII, 26-29
- Ганев, Г., Георджева, Ек. 2008, Научни трудове на СУБ, том VII, 21-25
- Ганев, Г. Илиев, И., Георджева, Ек. 2008, Bulgarian Astronomical Journal, 10, 117-126
- Metrel. Power Quality Analyser MI-2192 - Instruction Manual, ver.2