



**СЪЮЗ ПО АВТОМАТИКА И ИНФОРМАТИКА
„ДЖОН АТАНАСОВ”**



**ФЕДЕРАЦИЯ
НА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИТЕ СЪЮЗИ**

XXIII Международен симпозиум

**УПРАВЛЕНИЕ НА ЕНЕРГИЙНИ,
ИНДУСТРИАЛНИ И ЕКОЛОГИЧНИ
СИСТЕМИ (УТЕОС)**

14 – 15 май 2015 г.

Банкя

СБОРНИК ДОКЛАДИ

XXIII Международен симпозиум

**УПРАВЛЕНИЕ НА ЕНЕРГИЙНИ,
ИНДУСТРИАЛНИ И ЕКОЛОГИЧНИ
СИСТЕМИ (УТЕОС)**

СЪОРГАНИЗАТОРИ И СПОНСОРИ

ХАНИУЕЛ ЕООД
РИТБУЛ ЕООД
РИТАЛ ЕООД
СПЕСИМА
ОСКАР-ЕЛ ЕООД
ЕТ ТРАПЕН
АГЕНЦИЯ СОФЕНА

ПРОГРАМЕН КОМИТЕТ

М. Хаджийски – председател

Е. Николов	В. Петков
А. Топалов	Т. Тотев
И. Бачкова	Тр. Пензов
В. Андреев	Д. Стратиев
Д. Пенев	В. Ангелов
Т. Ненов	И. Симеонов
Л. Дуковска	М. Младенов

ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ

К. Бошнаков – председател

Б. Ванев	Ю. Божков
В. Андреев	З. Георгиев
Н. Христова	М. Божкова
М. Николов	Е. Димитрова

Съюз по автоматика и информатика „Джон Атанасов”

Адрес

ул. „Г. С. Раковски” 108

1000 София

тел. 02 987 61 69

e-mail: sai.bg.office@gmail.com

www.sai.bg

www.sai.infotel.bg

СЪДЪРЖАНИЕ

Нискостойностна автоматизация – възможности и перспективи <i>М. Хаджийски</i>	1
МОДЕЛИРАНЕ И УПРАВЛЕНИЕ НА ЕНЕРГИЙНИ ОБЕКТИ И СИСТЕМИ	
Моделно базирано управление на процеса на топлинно обработване на дървесина <i>М. Хаджийски, Н. Делийски</i>	9
Анализ на параметрите на термоелектрически генератори за геотермални водни източници <i>И. Бозев, Ф. Филипов</i>	15
Моделиране на енергоконсумацията за едностранно нагряване на дървени детайли преди огъването им <i>Н. Делийски</i>	19
Информационна система за реализиране на енергийни спестявания <i>А. Бъчваров</i>	25
ПРЕДСТАВЯНЕ НА ФИРМИ	
Система за управление, защита и разпалваща газо-мазутна уредба на енергоблок-7 на ТЕЦ „Марица Изток 2” <i>С. Петров – ХАНИУЕЛ</i>	29
e+ принципът – ново поколение индустриални климатизиращи системи <i>Я. Панайотов – РИТАЛ</i>	41
АВТОМАТИЗАЦИЯ НА ТЕХНОЛОГИЧНИ ПРОЦЕСИ	
Сензори и системи за измерване на косвени параметри при автоматизация на технологични процеси <i>Д. Маринов, Т. Пензов</i>	51
Моделиране и оптимизация на процесите на анаеробна биодеградация на органични отпадъци с получаване на водород и метан <i>И. Симеонов, Д. Денчев, Е. Чорукова</i>	55
Подобряване на екологичните характеристики и намаляване на енергийните разходи на автобусния транспорт чрез използване на електрически тягови двигатели <i>И. Миленов, Г. Банков</i>	59
ТЕОРЕТИЧНИ ПРОБЛЕМИ НА УПРАВЛЕНИЕТО И ОПТИМИЗАЦИЯТА НА ИНДУСТРИАЛНИ ОБЕКТИ И СИСТЕМИ	
Анализ на филтриращите свойства на системи за репетитивно управление – част I, II <i>Н. Николова, Е. Николов</i>	65

Програмен пакет за синтез на явни моделно предсказващи регулатори на базата на ортогонално разделяне на пространството на параметри <i>А. Грънчарова</i>	79
Избягване на локални оптимуми при евристични популационни алгоритми в разпределена среда <i>Т. Балабанов</i>	83
Оптимизация на статистически модели с еволюция на разликите и Монте-Карло базирана оценъчна функция <i>Т. Балабанов, И. Занкински, Б. Шуманов</i>	87
ИНФОРМАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ	
Мерки за подобряване ефективността на системите за енергиен мениджмънт <i>П. Кесова, И. Бачкова</i>	91
Онтологично базиран подход за вземане на решения в системите за оперативно управление на производството <i>Д. Гочева, Д. Георгиев, И. Бачкова</i>	95
Енергоефективна система за управление на транспортната лента на широколентова шлайф машина <i>Й. Белев, И. Бачкова, Г. Попов</i>	99
Следене и управление на пътен градски трафик <i>В. Иванов, П. Стоянов</i>	103
Автоматично управление на превключването на захранващи източници в микроенергийна система <i>В. Стоянов</i>	107

МЕРКИ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ ЕФЕКТИВНОСТТА НА СИСТЕМИТЕ ЗА ЕНЕРГИЕН МЕНИДЖМЪНТ

MEASURES TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF ENERGY MANAGEMENT SYSTEMS

П. Кесова, И. Бачкова

Химикотехнологичен и Металургичен Университет, кат. Автоматизация на производството, бул. Кл. Охридски 8, София, p.krasimirova@gmail.com, idilia@uctm.edu

Abstract: Energy management systems are complete solutions for optimization of energy consumption and energy processes in enterprises. They encompass specialized hardware and software components and services directed towards monitoring, measurement and management of energy consumption. Based on analysis of the current trends and best practices in the development of energy management systems, the system "Enemon" as structure and functionalities is analyzed. Some measures for its improvement and enhancement of its efficiency are suggested.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Потреблението на енергия е едно от най-критичните предизвикателства, с което светът трябва да се справи. С поскъпването на електроенергията и въвеждането на съответната нормативна база стана актуално и необходимо във всяко предприятие да функционира Система за енергиен мениджмънт (СЕМ). Целта е оптимизиране на енергийните разходи на предприятието вследствие на подобрен енергиен мениджмънт и най-вече чрез постигане на по-нисък разход на енергия за производството на единица продукция. Това следва да доведе до значимо намаляване на оперативните разходи.

Системите за енергиен мениджмънт са цялостни решения за оптимизация на енергийната консумация и енергоемките процеси в предприятията. Те обхващат специализирани хардуерни и софтуерни компоненти и услуги, насочени към мониторинг, измерване и управление на енергопотреблението. Съвременните комплексни платформи за енергиен мениджмънт обикновено разполагат с инструменти за събиране, архивиране и анализ на данни за консумацията на енергийните потребители в производствените мрежи. Въз основа на събраната информация могат да инициират различни по мащаб мероприятия за повишаване на енергийната ефективност, намаляване на оперативните разходи и увеличаване на екологичната пригодност на производствените процеси.

Цел на доклада е на основата на съвременните тенденции и добри практики в развитието на системите за енергиен мениджмънт да анализира системата „Enemon“, внедрена в „Елаците-Мед“ АД и да предложи някои мерки за нейното усъвършенстване и повишаване на нейната ефективност.

В следващия раздел на доклада е направен кратък анализ на основните характеристики, с които трябва да се отличават системите за енергиен мениджмънт по отношение на тяхната структура и функционалност. Специално внимание е отделено на процесите на стандартизация в тази област, отнасяща се до дефиниране на изискванията и одита и разработката на СЕМ. В раздел

3 е направен анализ на системата за енергиен мениджмънт в „Елаците-Мед“ по отношение на структура и функционалност, като специално внимание е отделено на планирането и прогнозиране на товарови графици и степента на интеграция и автоматизация на системата. В последния раздел са дефинирани някои мерки за подобряване ефективността на анализиранията система за енергиен мениджмънт

2. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА СИСТЕМИТЕ ЗА ЕНЕРГИЕН МЕНИДЖМЪНТ

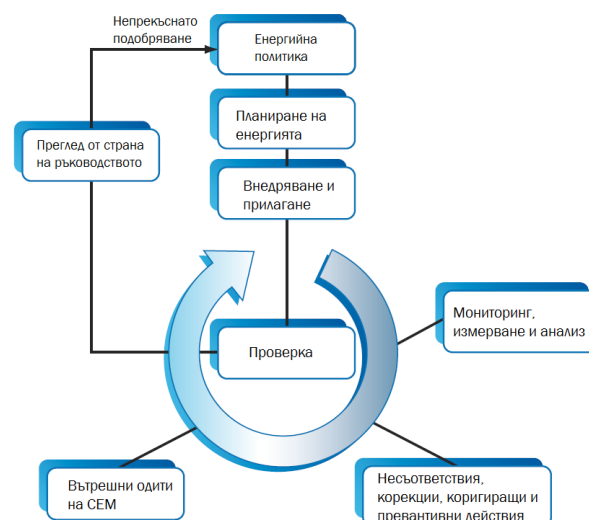
2.1. Дефиниции. Енергийният мениджмънт е изпреварващо, организирано и систематично координиране на поръчката на енергия, нейното преобразуване, разпределение и използване за покриване на потребностите с отчитане на екологичните и икономически цели [1]. Енергийният мениджмънт означава структурирано и непрекъснато следене на потреблението на енергия и разходите за енергия, с цел подобряване на енергийната ефективност и намаляване на разходите за енергия [2]. Ето защо той трябва да бъде напълно вграден в бизнеса на предприятието и да представлява неразделна част от неговата ежедневна работа и управление. Съгласно чл. 36 (2) на Закона за енергийна ефективност на Р. България [3], предприятията с обща годишна консумация над 3000 MWh са длъжни да осигурят управление на енергийната ефективност чрез:

- ежегодно изготвяне на планове и програми за повишаване на енергийната ефективност в съответствие с докладите от извършените обследвания за енергийна ефективност;
- осъществяване на мерките, предвидени в плановете и програмите за повишаване на енергийната ефективност;
- представяне в агенцията устойчиво енергийно развитие на информация за ефекта от изпълнените мерки и за очаквания ефект от изпълнението на мерките, предвидени в плановете и програмите за повишаване на енергийната ефективност;
- определяне най-малко на един служител, в чиято длъжностна характеристика се включва изпълнението на задълженията, отразени по-горе.

2.2. Структура и функционалност съгласно ISO 50001. Стандартът ISO 50001 предлага систематична методология за внедряване на специални системи за енергиен мениджмънт в различни по размер организации, включително малки и средни предприятия (МСП), като допринася за по-ефикасното използване на наличните енергийни източници в тях. Той подпомага организацията в утвърждаването на енергийна политика, задава цели и предприема действия, свързани с управлението на енергията. Обхваща всички енергоносители – електроенергия, горива, природен газ, пара, вода и др. и е напълно съвместим със стандартите ISO 9001 [4], ISO 14001 [5] и други. Стандартът ISO 50001:2011 е официално действащ в България от май 2012 г. Той заменя и отменя действащия дотогава стандарт БДС EN 16001:2009.

СЕМ се базира на подхода ПИПД – „Планиране-Изпълнение-Проверка-Действие“, залегнал в системите за управление на околната среда и качеството, което улеснява интеграцията с останалите системи за управление. Прилагането на ПИПД цикъла позволява на потребителите да подобряват непрекъснато резултатите си, свързани с енергопотреблението, както е видно от фиг.1. При първоначално въвеждане на системата, на практика този цикъл е недостатъчен, В този случай процесът стартира със заявяване на ясен ангажимент от страна на ръководството на организацията за оценка на съществуващата ситуация и осигуряване на необходимите ресурси за това. Имплементацията на цикъла ПИПД в СЕМ на една организация означава да се дефинират нейните енергийни потоци, да се идентифицират факторите, които влияят върху консумацията на електроенергия, на базата на оценките да се формулират предстоящи задачи и мерки, систематично да се следи за тяхното изпълнение, както и непрекъснатото получаване на информация за дефиниране на нови задачи и мерки. Фазата на „Планиране“ е свързана с установяване на енергоспестяващи цели, като се вземат предвид всички фактори, които влияят значително на консумацията на енергия; определяне на стратегията; подготовката на план за действие; идентифициране на мерки и отговорности; осигуряване на необходимите ресурси. Следващата фаза „Изпълнение“ се свързва със създаването и поддръжката на структурите на системата за мениджмънт за целите на мониторинга и поддръжката на процеса на непрекъснато усъвършенстване. Във фазата на „Проверка“ се извършва преглед на нивото на постигнатите цели и ефективност на СЕМ, събиране на нови идеи чрез енергийни одити, ако е необходимо и консултации с външни експерти. В последната фаза „Действие“ се обобщават актуалните данни за енергията, резултатите от одита, както и последните научни постижения (нови методи, системи и оборудване), оценява се състоянието и напредъка, адаптира се енергийната стратегия (политики и ръководни принципи), извличат се и се дефинират нови цели. Съгласно фазите на цикъла ПИПД и свързаните с тях дейности, залегнали в стандарта ISO 50001, въвеждането и имплементацията на ефективна СЕМ включва 18 последователни стъпки в съответствие с практическите изисквания.

Прилагането на този международен стандарт в световен мащаб допринася за по-ефективното използване на наличните източници на енергия, за повишаване на конкурентоспособността, за намаляване на емисиите на парникови газове и други въздействия върху околната среда. Изискванията на стандарта се комбинират с други международни стандарти, т.е. има възможност за интегриране в обща система за управление, без противоречие и дублиране.



Фиг.1: Цикъл на внедряване на СЕМ

2.3. Други стандарти. Разработката на стандарта ISO 50001 за СЕМ предоставя метод, който намира международна признателност. Въпреки това неговото прилагане ще доведе до очакваните резултати и ползи за организацията и съответните държави, само ако се прилага правилно и широко. Във връзка с това Техническият комитет на ISO - TC242 „Енергиен мениджмънт“ разработи и представи портфолиото на необходимите нови стандарти, свързани с ISO 50001, които се очаква да бъде публикувани в периода 2014-2015 г. Най-значимите от тях са обобщени на фиг.2 и са свързани с провеждането на енергийни одити - ISO 50002 [6], дефиниране на изискванията към органите, извършващи одити и сертификация на СЕМ - ISO 50003 [7], създаването на ръководство за внедряване, поддръжка и подобряване на СЕМ - ISO 50004 [8], както и няколко стандарта, свързани с енергийната ефективност, като ISO 50006 [9], насочен към измерване на енергийните характеристики чрез използване на енергийните нива (EnV) и показатели за енергийна ефективност (EnPI), или ISO 50015 [10], свързан с проблемите на измерване и верификация на енергийните характеристики на организацията - общи принципи и насоки (съвместната работна група с ISO/TC 257), или ISO 17747 [11] за определяне на икономията на енергия в организацията.



Фиг.2: Развитие на стандартите за енергиен мениджмънт

3. АНАЛИЗ НА СИСТЕМАТА ЗА ЕНЕРГИЕН МЕНИДЖМЪНТ В „ЕЛАЦИТЕ-МЕД“

3.1. *Кратко технологично описание от гледна точка на електропотребление.* Процесът на планиране и прогнозиране на товарни графици е основен процес в СЕМ, съгласно ISO 50001 и е процесът, който осигурява електроенергията, необходима за поддържането на основния производствен и другите съпътстващи го процеси. Поради това той е зависим от технологичния процес и се съобразява с неговите особености.

"Елаците-мед" АД добива и обогатява руди с ниско съдържание на мед. Индустриалният комплекс е разделен на две части - Рудничен комплекс (РК) и Обогастителен комплекс (ОК). РК се намира в местността „Елаците" в Стара планина и е разположен над гр. Етрополе. Цеховете, извършващи и осигуряващи основното производство са цех „Рудник", цех „Тежък автотранспорт" (ТАТ), цех „Корпус едро трошене" (КЕТ) и цех „Магистрална гумено-транспортна лента" (МГТЛ). ОК се намира на южния склон на Стара планина, близо до с. Мирково. Основните цехове тук са три - цех „Средно и ситно трошене" (ССТ), цех „Мелнично - флотационен" (МФЦ) и цех „Водно и хвостово стопанство" (ВХС). Най-големият консуматор не само в ОК, но и в цялото дружество е МФЦ, който потребява около половината от електроенергията.

3.2. Структура на системата

а) измервателни средства:

- за електрическа енергия - енергийни контролери, електромери, токови и напреженови трансформатори, трансмитери за ток и напрежение, контролери;
- за природен газ - разходомери с импулсен изход или сериен интерфейс, контролери EN3, бариери;
- за вода - разходомери с импулсен изход, сериен или радио - интерфейс;
- за тегло - лентови везни със сериен интерфейс;
- за топлина - топломери със сериен изход;
- за други енергийни или технологични величини - трансмитери, контролери, дейта логери.

б) комуникационни компоненти:

- среда за предаване на данни - телефонни линии, кабелна, компютърна
- мрежа (мед или оптика), въздушно безжично предаване на данни

в) компютърна техника и софтуер:

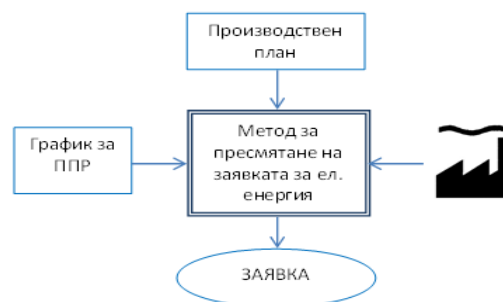
- компютър сървър - на него са инсталирани MS SQL база данни и конфигурактор;
- клиентски компютри - на тях са инсталирани клиентските приложения;
- програмно осигуряване - база данни, сървър, конфигурактор, клиентски приложения.

3.3. *Функционалност на системата.* Системата за енергиен мениджмънт „Енемон“ решава следните основни задачи:

- оперативно следене на енергийни и технологични параметри посредством система от екрани, барграфи, трендове, звукова и светлинна сигнализация. Изготвяне на екселски таблици и графични трендове за почасово съпоставяне на енергийните разходи и обема на производството;
- дистанционно отчитане на измервателни средства;
- събиране на аналитични данни за енергийната ефективност в предприятието или сградата - за 168 часов товарен график, необходима преди и след преминаване в режим на привилегирован клиент;

- планиране на седмичните количества за доставка на електрическа енергия;
- управление на балансиращи товари за оптимизиране на използваната спрямо планираната ел. енергия за доставка;
- регистриране на неприемливи отклонения в енергийните параметри;
- разкриване на неефективен разход на енергия за определени участъци и периоди от време;
- откриване на оборудване, работещо в предаварийно състояние и своевременно му извеждане за ремонт, следене за недопустими стойности на cos φ, мощност, напрежения и други параметри по обекти;
- калкулиране на енергийните разходи по производства и продукти, и определяне на енергийните разходи в себестойността на продукцията.

3.4. *Планиране и прогнозиране на товарни графици.* Процесът на планиране и прогнозиране на товарни графици е помощен процес на производствения и се влияе от неговите особености, т.е. от производствения план и актуалните технологично състояние на оборудването (Фиг.3). Друг процес, спомагателен на основното производство, който влияе на процеса по планиране и прогнозиране на графици е процесът по планиране на ремонтните дейности (ППР). Резултатът от този процес дава входящите данни за съставяне на заявката за електроенергия, както е показано на фиг.3.

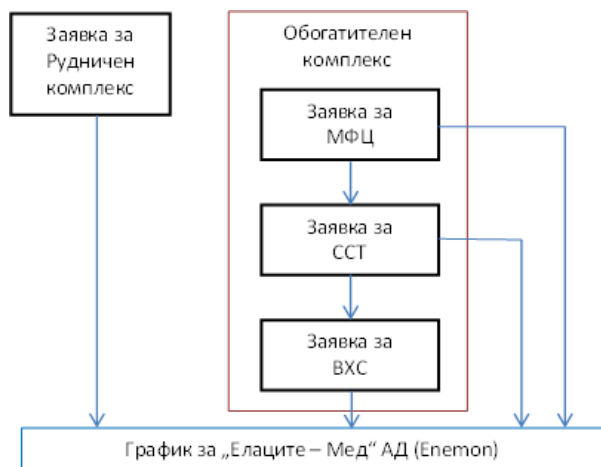


Фиг.3: Входна информация за пресмятане на заявката за ел.енергия по цехове

Процесите на планиране и прогнозиране на товарни графици в дружеството са показани на фиг.4. В РК процесът на планиране е общ за комплекса и се извършва от Главния енергетик на РК. В ОК веригата на прогнозиране започва от цех МФЦ, който се явява базов товар в товаровата диаграма на „Елаците - Мед" АД, както и основен консуматор на електроенергия. Технологичните процеси на смилане на ситно натрошената скално- рудна маса и на отделяне на полезния компонент от нея чрез флотация са непрекъснати. По данни, получени от Началник цех, съоръженията се спират за пълнен престой за няколко дни веднъж на 11 години. Освен това мелничните агрегати са с голяма единична мощност и голяма производителност. Това обуславя наличния преработващ капацитет на цеха, с който трябва да се съобразяват останалите производствени звена. Инсталираните агрегати с голяма единична мощност са предпоставка за реализиране на големи отклонения от прогнозата, когато работата и престоят им не са взети предвид при съставянето на заявките за енергия. Поради тези причини планирането на енергията в ОК започва от цех МФЦ. След като се изяснят работата и престоят на съоръженията, тази информация се предава на цех ССТ. Тази информация е необходима да се планира производството в цех ССТ, като от това зависи изготвянето на графици за работа и престой и за ППР, които предоставят основната входяща информация,

необходима за съставяне на прогнозния график за електрическа енергия.

След изготвяне на заявката за електроенергия от цех ССТ, тя се изпраща на цех ВХС. С тази информация, до колкото е възможно, се съобразява заявката на цех ВХС, за да може с допълнителна работа на помпените агрегати да се компенсират часовете престой на цех ССТ. Това се прави поради факта, че „Елаците - Мед" АД закупуват т.нар. „бандов" товар, т.е. няма възможност за промяна на заявката всеки час.



Фиг.4: Процес на формиране на седмичен товарен график за дружеството

4. ПРЕДЛОЖЕНИЕ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА СИСТЕМАТА ЗА ЕНЕРГИЕН МЕНИДЖМЪНТ В „ЕЛАЦИТЕ-МЕД“

От анализа на съществуващата СЕМ могат да се направят следните изводи:

- Използват се информационни системи, които са вътрешни за цеховете, но не са свързани помежду, както и с други външни източници на информация или бази данни. Те предоставят важна информация за работата на цеха и могат да се използва като добра практика при разработването и въвеждането на единна информационна система и подобряването на системата за енергиен мениджмънт на „Елаците - Мед" АД.
- Водят се записи за причините за престой на оборудването, които се нуждаят от осъвременяване, напр. сред тях фигурира „върхов престой", който вече като понятие не съществува.
- Добре е да има непрекъсната комуникация между ОК и РК, както на ниво мениджмънт, така и на оперативното ниво.
- Дълго време за реакция при нужда от балансиране в цех ВХС
- Ниска степен на мониторинг на нивата в технологични резервоари, яз.“Радин извор“ и аванкамерите, непредвидимо включване и изключване на дренажни помпени станции в цех ВХС.
- Ниска степен на автоматизация при управлението на балансиращи товари за оптимизиране на използваната спрямо планираната за доставка електрическа енергия;
- Ниска степен на разкриване на неефективни разходи на енергия за определени участъци и периоди от време;

Основните предложения, свързани с подобряване ефективността на СЕМ са в посока на допълнително проектиране, отчитане спецификите на предприятието и включени към СЕМ на допълнителни подсистеми за автоматизирано управление на енергия и флуиди, като

например подсистема за управление на осветлението, подсистема за управление на подаваната топлинна енергия, подсистема за автоматично разтоварване и др. Важна крачка в правилната посока е изграждането на интегрирана информационна система и обмен на информацията между различните цехове, двата комплекса и заинтересованите дирекции, което ще улесни управлението не само на процеса по планиране и прогнозиране на товарни графици, но и производствения процес, както и процесите по ремонт и поддръжка. Това би довело до повишаване на използваемостта на наличните мощности и оптимално водене на целия производствен процес на „Елаците - Мед" АД. Надграждането на системата за енергиен мениджмънт, така че да позволява управление на товара в реално време ще помогне на предприятието в участието му на бъдещата енергийна борса. По този начин ще има възможност за оптимизация на количествата и цените в реално време.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подобряването на внедрената съгласно ISO 50001 система за енергиен мениджмънт би довела до гарантиране на следните изключително важни предимства:

- Възможност за рационално и ефективно използване на енергийните ресурси - намаляване на разходите за ток и оперативните разходи;
- Възможност за по-добро планиране и прилагане на енергоефективни мерки;
- По-ефективно кандидатстване за финансиращи програми;
- Възможност за прогнозиране на товарите и оптимизиране на покупката на енергия - подобряване на качеството, надеждността и непрекъсваемостта на захранването;
- Съкращаване на енергийните разходи на предприятието вследствие на подобрен енергиен мениджмънт.
- Оптимизиране използването на съоръженията и постигането по-висока производителност.

ЛИТЕРАТУРА

1. ISO 50001-2011, Energy management systems - Requirements with guidance for use (IDT).
2. Care+, Наръчник по енергийна ефективност за химически МСП. Добри практики за енергийна ефективност, 2009, <http://www.cefic.org/Documents/IndustrySupport/RC%20tools%20for%20SMEs/CARE-self-audit-guide-in-bulgarian.pdf>
3. Закон за енергийната ефективност, (Обн. ДВ, бр. 98 от 14 ноември 2008 г., изменен многократно, последно изменение от 30 април 2015 г.).
4. ISO 9001, Quality management systems Requirements.
5. ISO 14001, Environmental management systems - Requirements with guidance for use.
6. ISO 50002:2014, Energy audits - Requirements with guidance for use.
7. ISO 50003-2014, Energy management systems - Requirements for bodies providing audit and certification of energy management systems.
8. ISO 50004:2014, Energy management systems - Guidance for the implementation, maintenance and improvement of an energy management system.
9. ISO 50006-2014, Energy management systems - Measuring energy performance using energy baselines (EnB) and energy performance indicators (EnPI) - General principles and guidance.
10. ISO 50015-2014, Energy management systems - Measurement and verification of energy performance of organizations - General principles and guidance.
11. ISO/DIS 17747-2015, Determination of energy savings in organizations.