

## ГЛАВА 13: ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ

### 13.1. Цели:

След приключване на обучението студентите трябва да могат да:

- познават нормативната уредба в областта на енергийната ефективност;
- усвоят комплексна методика за изследване и оценка енергийната ефективност на широко използваните в практиката електрически задвижвания и системи;
- разбират структурата и техническото изпълнение на автоматизирана компютърна система за оценка на енергийната ефективност на електрически задвижвания и системи.

### 13.2. Нормативна уредба в областта на енергийната ефективност

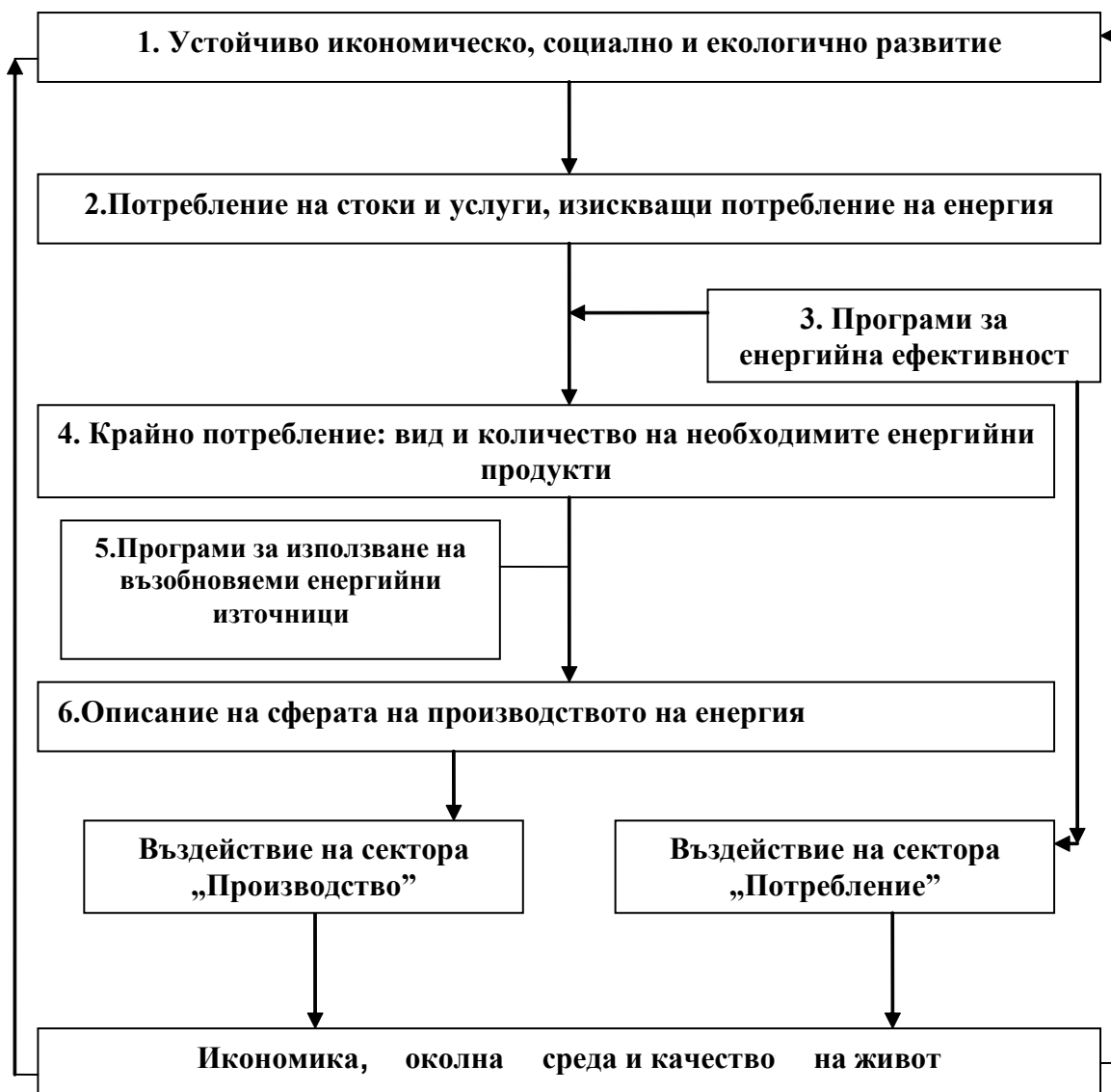
#### 13.2.1. Устойчиво развитие, околна среда и енергийна политика

През последните години енергийната ефективност и ВЕИ се превърнаха във важни дискуссионни въпроси на енергийната политика и се наложиха като главни инструменти за намаляване на емисиите от парникови газове. В ЕС се предприемат енергични действия за популяризиране на чистата енергия на общинско и национално ниво.

Тенденцията за третиране на енергията като елемент на местната политика и планиране от страна на местните власти често води до липса на координиране на устойчивите дейности. Опитът показва, че интегрирането на енергията в местните планове/стратегии за устойчиво развитие е ключово условие за рационалното използване на енергията на местно ниво, което в същото време рефлектира върху редица социални въпроси като образование, здравеопазване, безработица и др.

България прилага набор от инструменти за интегриране на политиката по околна среда в отрасловите и регионални политики като основа на устойчивото развитие. Според концепцията за устойчиво развитие, енергийната политика трябва да доведе до относително разделение между темповете на икономически растеж и емисиите, като емисиите следва да нарастват относително по-слабо от икономиката.

Основен инструмент на устойчивото развитие е енергийното планиране особено в страните, където се обръща голямо внимание на сферата на производството, докато сферата на потреблението е почти пренебрегната (фиг. 13.1). Без начални усилия в планирането, глобалната енергийна система не може да постигне оптимален баланс между производството и потреблението. Програмирането е втората стъпка на процеса, която използва резултатите от енергийното планиране като рамка (потенциали и цели) и предлага мерките, инструментариума и финансовите средства, съчетаването на които в различни програми ще позволи да бъдат постигнати поставените цели. Енергийното планиране и програмиране на потреблението на енергия в реални условия протичат в три етапа: събиране на данни, моделиране и прогнозиране и програмиране.



**Фиг. 13.1. Структурна схема на взаимовръзките за устойчиво развитие, околна среда и енергийна политика**

В основата за концепцията за устойчиво развитие лежи принцип, според който развитието трябва да задоволява днешните нужди на хората, без да подлага на рискове перспективите на бъдещите поколения. Устойчивото развитие се базира на следните основни компоненти: икономически и социален растеж, опазване на околната среда.

Прилагането на мерки за енергийна ефективност е непрекъснат процес, при който се спазва основния принцип за устойчиво развитие.

Стратегията за устойчивото развитие се разглежда априори в две направления:

- развитие на административно формираните общности, като основното внимание се отделя на общините;
- развитие на икономическите субекти и поемане на техните отговорности по отношение на собственото си развитие и окръжаващата човешка и природна среда.

Изграждането на прогресивно интегриращ се европейски енергиен пазар наложи преосмисляне на националните енергийни стратегии, които до голяма степен губят традиционните си граници и стават част от общата европейска стратегия. Приоритетите на енергийната стратегия следват приоритетите на енергийната политика на Европейския съюз,

а именно: сигурност на доставките; конкуренция в енергийния сектор; опазване на околната среда.

Върху насоките на развитие на енергийния отрасъл оказват влияние и редица международни документи и договори, по които България е страна:

- Европейското споразумение за асоцииране между Европейските общности и техните страни-членки;
- Закона за ратифициране на Договора към Енергийната харта;
- Протокола от Киото и на Протокола за енергийна ефективност и свързаните с нея природозащитни аспекти;
- Виенската конвенция за гражданска отговорност при ядрена вреда, Конвенцията за ядрена безопасност и други;
- Европейската енергийна харта (Протокол към Енергийната харта относно енергийната ефективност и свързаните с нея аспекти на околната среда);
- Директивите на Европейския парламент и Съвета на Европейския съюз, от т.н. Нов подход, отнасящи се до енергийната ефективност;
- Директива 2002/91/ЕС на Европейския парламент и Съвета на Европейския съюз от 16 декември 2002 относно енергийните характеристики на сградите
- Директива 2003/87/ЕС на Европейския парламент и на Съвета от 13 октомври 2003 г., въвеждаща схема за търговия с квоти за емисии на парникови газове в рамките на Общността и изменяща Директива на Съвета 96/61/ЕС.

Насоките за реализиране на енергийната политика изискват:

- Активна политика за енергийна ефективност като средство за повишаване конкурентоспособността на икономиката, повишаване сигурността на енергоснабдяването и опазване на околната среда;
- Ефективна социална защита чрез пренасочване на държавните субсидии от производителя към потребителя, мерки за енергоспестяване и въвеждане на социално-ориентирани тарифи.

### 13.2.2. Директиви на Европейския съюз

Хармонизирането на българската нормативна уредба с европейската в областта на енергийната ефективност и използване на ВЕИ, е неразделна част от преговорния процес между Република България и Европейския съюз. В този процес Република България поема ангажимент да въведе в българското законодателство и прилага приетото до момента законодателство на ЕС в областта на енергетиката.

Хармонизирането на българската законодателна уредба с европейската се извършва чрез въвеждане на европейските актове от *acquis communautaire*, които са част както от Глобалния, така и от Новия подход. Европейските директиви, включени в Новия подход се въвеждат чрез наредбите, с които се определят съществени изисквания към продуктите на основание Закона за техническите изисквания към продуктите и Директивите за енергийните характеристики на сградите, за оценяване на съответствието и за маркировката на влаганите в строежите продукти. Директиви от Глобалния подход, които третира изискванията за етикетирание на битови уреди, се въвеждат в българското законодателство на основание Закона за защита на потребителите и за правилата за търговия.

Наредбите, въвеждащи директивите от Нов подход в българското законодателство, гарантират пускането на пазара и/или пускането в действие на продукти, само ако те отговарят на изискванията на европейските директиви за енергийна ефективност. В такъв случай на продуктите се поставя *СО* маркировка, еквивалентна на европейската *СЕ* маркировка.

Предоставяне на точна и сравнима информация за консумацията на енергия, чрез въвеждане на Директивите за етикетирание на битови уреди (Глобален подход), може да повлияе на избора на хората в полза на уредите, консумиращи по-малко енергия. Това от

своя страна ще подтикне производителите да предприемат мерки за намаляване енергийната интензивност при експлоатация на уредите, които произвеждат, което пък в крайна сметка ще повлияе положително на процеса на рационално използване на енергията.

Прилагането и съблюдаването на споменатите наредби се контролира съответно от Държавната агенция по метрология и технически надзор и от Комисията по търговия и защита на потребителите към Министерството на икономиката. Създадена е съответната нормативна база за въвеждане на изискванията на Европейския съюз относно СЕ маркировката и етикетирането на битовите електроуреди чрез финансов меморандум на програма PHARE 2004. При сградния фонд въвеждането на Директивата за енергийните характеристики на сградите е осъществена чрез утвърдените и обнародвани в Държавен вестник: Наредба за енергийните характеристики на обектите, Наредба за сертифициране на сгради за енергийна ефективност и Наредба за топлосъхранение и икономия на енергия в сгради, с които са определени показатели за разход на енергия, енергийните характеристики на обектите и реда за издаване на сертификати и тяхното съдържание

Прилагането от 1 януари 2007 г. на Директива 2003/87/ЕС за търговия с квоти за емисии на парникови газове осигурява въвеждане на мерки за енергийна ефективност в енергетиката и част от промишлеността с цел постигане на определено намаление на емисиите на въглероден диоксид.

### **13.2.3. Законови нормативни актове**

#### **Закон за енергетиката**

Законът за енергетиката е разработен въз основа Енергийната стратегия на Република България. Той се основава и на сравнителен анализ на нормативната уредба на страните от Европейския съюз, на Договора към Европейската енергийна харта и други правни източници, в съчетание с особените изисквания на националното законодателство. Законът е изцяло съобразен с изискванията на Директивите на Европейския съюз, определящи общите правила на вътрешния пазар на електрическа енергия и природен газ.

#### **Закон за енергийната ефективност**

Законът за енергийната ефективност създава административна система за осъществяване на политиката за повишаване на енергийната ефективност, съчетаваща правомощията на централната и териториалната изпълнителна власт.

В съответствие с изискванията на Директива 2002/91/ЕС на Европейския парламент и Съвета на Европейския съюз от 16 декември 2002 относно енергийните характеристики на сградите, в закона са създадени императивни норми, които следва да съблюдават субектите при изграждането, реконструкцията, модернизацията и експлоатацията на обекти със значителна консумация на енергия.

Със Закона за енергийната ефективност се конституира Фонд “Енергийна ефективност и възобновяеми източници”. Главната цел на фонда е управляването на финансови средства, предоставени за инвестиционни проекти за развитие на енергийната ефективност, съобразно приоритетите, заложи в годишните програми по енергийна ефективност, приети от Министерския съвет. Средствата на фонда се разходват за възмездно финансиране на проекти за развитие на енергийната ефективност в България, гаранционна дейност по кредити от финансово-кредитни институции, отпуснати по проекти за енергийна ефективност и издръжка на фонда.

#### **Закон за устройство на територията**

Съгласно изискванията на чл.169 на Закона за устройство на територията са определени съществените изисквания към строежите, едно от които е икономия на топлинна

енергия и топлосъхранение на обектите. Лицето, упражняващо строителен надзор на обектите, носи отговорност за оценката за енергийна ефективност на обектите.

#### **13.2.4. Подзаконови нормативни актове**

##### **Наредба за енергийните характеристики на обектите**

Тя регламентира условията и редът за определяне на показателите за разход на енергия и енергийните характеристики на обектите (сгради и промишлени системи), единната методология за формиране на показатели за разход на енергия и енергийни характеристики на обекти, техническите правила и методи за сравняване на енергийните характеристики на обекти и нормите за годишно потребление на енергия в сгради.

Наредбата е задължителна част от цялостния законодателен пакет, регламентиращ енергийните обследвания и сертификацията на сгради.

##### **Наредба за сертифициране на сгради за енергийна ефективност**

Наредбата определя правилата и редът за сертифициране на сгради за енергийна ефективност, видовете сертификати и изискванията за съдържанието им, изискванията за обучение на лицата, извършващи сертифициране и контролът върху дейността по сертифицирането на сградите. Доразвива се също уредбата, свързана с определянето на сградите, подлежащи на задължително сертифициране.

##### **Наредба за обследване за енергийна ефективност**

С нея се уреждат условията и редът за извършване на обследване за енергийна ефективност на енергийни потребители по обекти, както и контрола върху тази дейност. Доразвива се също уредбата, свързана с определянето на енергийните потребители, подлежащи на задължително обследване и се определят сроковете, в които следва да се извършва съответното обследване.

Наредбата създава добра нормативна основа за рационализиране на енергопотреблението на големите енергийни консуматори, като по този начин способства за намаляване енергийната интензивност на българската икономика, за повишаване на нейната конкурентоспособност и за намаляване на вредното въздействие върху околната среда.

#### **13.2.5. Регионална и секторна политика**

Регионалната политика в Република България се стреми към преодоляване на различията в нивото на развитие и жизнения стандарт в различните региони на страната чрез подпомагане на структурното им приспособяване, развитие на отделни техни райони, намиращи се в упадък и общо социално-икономическо възраждане.

Посочените цели за регионално развитие допълват и оптимизират в регионален аспект стратегическите цели за развитие на отделни сектори - икономика, развитие на базисната инфраструктура и околната среда, човешки ресурси и развитие на земеделието.

Целта е чрез активна политика за разумно използване на енергията и енергийните ресурси да се постигне трайна тенденция към подобряване показателите на енергийното потребление на страната, както на отраслово, така и на регионално ниво.

Законодателната уредба за регламентиране на дейностите в областта на енергийната ефективност на национално и местно ниво вече е завършена.

По отношение на сградния фонд е необходимо да бъдат изпълнени законодателите промени, регламентирани в НПОЖСРБ и в Националната програма за подобряване на строителните разпоредби и строителния надзор при ново и съществуващо строителство с цел рационално използване на енергията.

За реализацията на целите на разработените програми по енергийна ефективност е необходимо активното участие на отрасловите министерства и общините към областите от една страна, като основен фактор, от чиито действия зависи повишаването на енергийната ефективност на сградите и комуналния сектор на територията на общините и от друга страна от населението, което трябва да бъде убедено в необходимостта от мерките по енергийна ефективност на жилищните сгради.

В реализирането на разнообразни проекти и мерки по енергийна ефективност на национално, регионално и общинско ниво в България участват и неправителствени организации - енергийните центрове и центровете по енергийна ефективност. Реализирано е съвместното участие в политиката по енергийна ефективност на органите на изпълнителната власт и неправителствени организации чрез създадените по инициатива на Агенцията за устойчиво енергийно развитие областни съвети по енергийна ефективност. Дефинирани са правомощията и отговорностите на всички партньори, както и обмяна на опит и координация при разработване на политики по енергийна ефективност във всеки промишлен сектор и регион.

### 13.2.6. Данъчна политика

Данъчната политика, която е заложена в Закона за енергийна ефективност стимулира бизнес инициативите и инвестициите в България в областта на енергийната ефективност. Законът предвижда данъчни облекчения за лица, осъществяващи дейности по енергийна ефективност с промени в Закона за местните данъци и такси и Закона за корпоративното подоходно облагане.

В “Преходни и заключителни разпоредби” на Закона за енергийна ефективност са въведени промени в Закона за местните данъци и такси, Закона за корпоративното подоходно облагане и Закона за облагане доходите на физическите лица.

- Измененията в Закона за местните данъци и такси са свързани с освобождаването от данък сградите, получили сертификати, издадени по реда на Закона за енергийната ефективност и Наредбата за сертифициране на сградите, в зависимост от категорията на сертификата – категория А за срок от 10, за категория Б – 5 години, считано от годината, следваща годината на издаване на сертификата.

- Измененията в Закона за корпоративното подоходно облагане са свързани с намаляване на счетоводния финансов резултат със сумата за дарение в размер до 10 на сто от положителния финансов резултат преди данъчното преобразуване, когато е направено за сметка на резервите и неразпределената печалба от преходни отчетни периоди и е в полза на фонд “Енергийна ефективност”.

- Измененията в Закон за облагане доходите на физическите лица, регламентират физическите лица да ползват данъчно облекчение за дарение в полза на Фонд „Енергийна ефективност”.

### 13.2.7. Опазване на околната среда

*Нормативната уредба* в областта на опазване на околната среда и чистотата на атмосферния въздух включва приоритетно следните нормативни актове, хармонизирани към европейското законодателство:

- Закон за опазване на околната среда (обн. ДВ, бр.91/25.09.2002г.);
- Закон за чистотата на атмосферния въздух (обн. ДВ, бр.45/28.05.1996г.).

Приложението на тези закони става чрез вече разработените множество наредби, свързани с временните норми за допустими емисии, оценка и управление качеството на атмосферния въздух и др.

В унисон с усилията на международната общност, България е поела ангажименти по редица изключително важни глобални проблеми свързани с опазване на околната среда.

Основен международен документ, върху който се гради политиката за чиста околна среда е Рамковата конвенция на Обединените Нации по изменение на климата (РКОНИК). Тя е първото международно споразумение, което третира проблема за изменението на климата на глобално ниво. България ратифицира РКОНИК през март 1995 г., поемайки по този начин задължението да стабилизира концентрацията на емисиите си на парникови газова в атмосферата на такова ниво, което да не води до опасно антропогенно въздействие върху климатичната система. Подписвайки РКОНИК и поемайки ангажимент за стабилизиране на емисиите, България ясно декларира загриженост си относно глобалното изменение на климата и своята политическа воля да поеме съответните задължения.

### **13.3. Комплексна методика за изследване и оценка на енергийната ефективност на електрически задвижвания и системи**

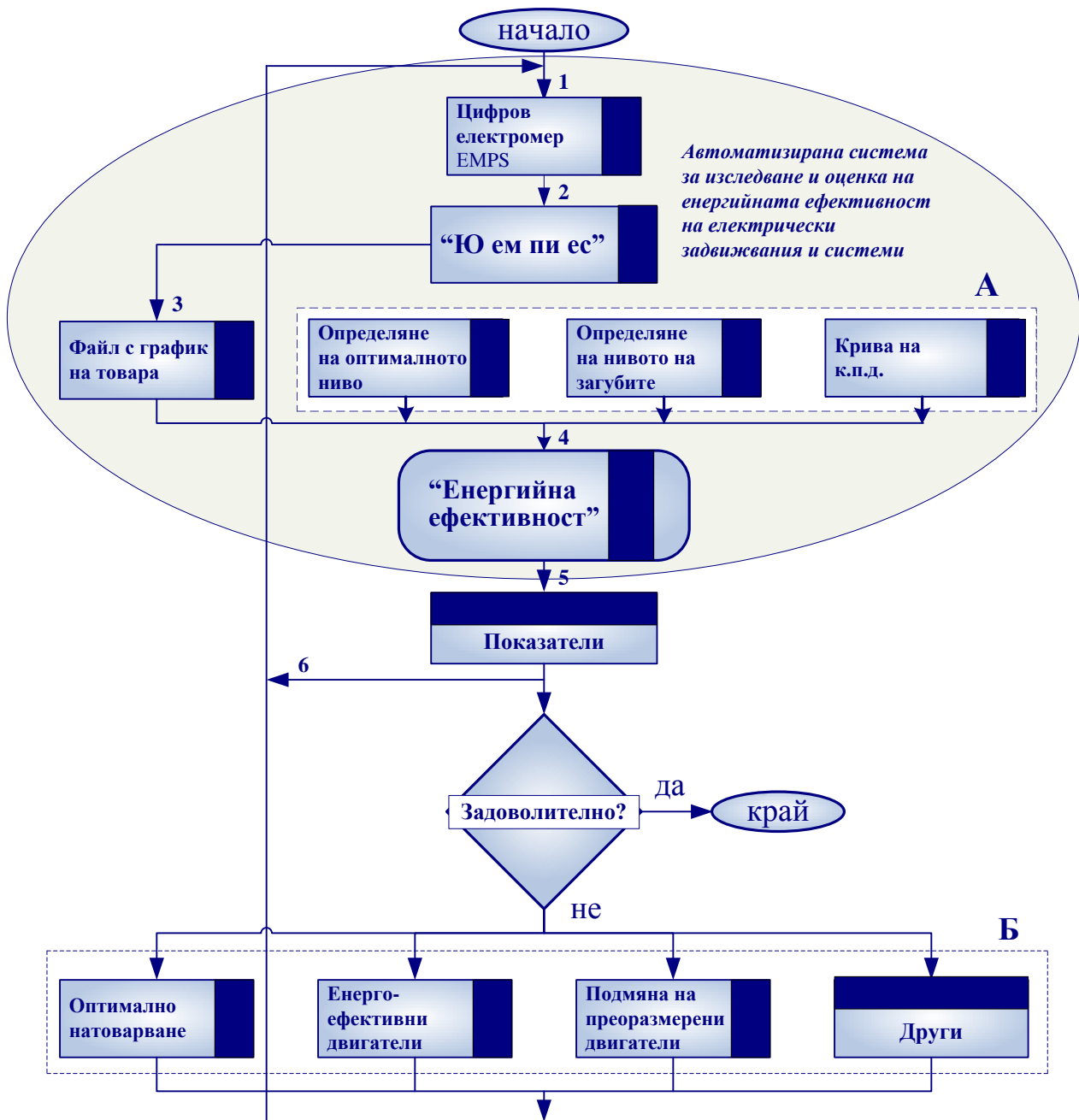
#### **13.3.1. Блокова схема на методиката**

Блоковата схема на обобщена комплексна методика за изследване, цялостна оценка и сравняване на енергийната ефективност при електрическите задвижвания е показана на фиг. 13.2. Цикълът, затворен между номерата 1, 2, 3, 4, 5 и 6 може ЕЗ да се използва за успешен мониторинг на енергийната ефективност на всички налични ЕЗ в производствените и непроизводствените предприятия.

#### **Граници на приложение на методиката**

Приложението на методиката се ограничава от:

- Наличието на информация за оптималното натоварване на дадено ЕЗ. Когато тази информация не е предоставена от производителя на ЕЗ, оптималното ниво се приема при режим, в който двигателя работи с най-висок к.п.д. За определянето на максималния к.п.д. се използва богатата база от данни за енергетичните характеристики на асинхронни двигатели на софтуерния продукт Motor Master International. Информацията се отнася за двигатели, които са произведени от западни фирми, като “Сименс”, “Балдър юкей”, “Уег”, “Лирой самър” и др. За всички останали производители може да се използват обобщени характеристики.



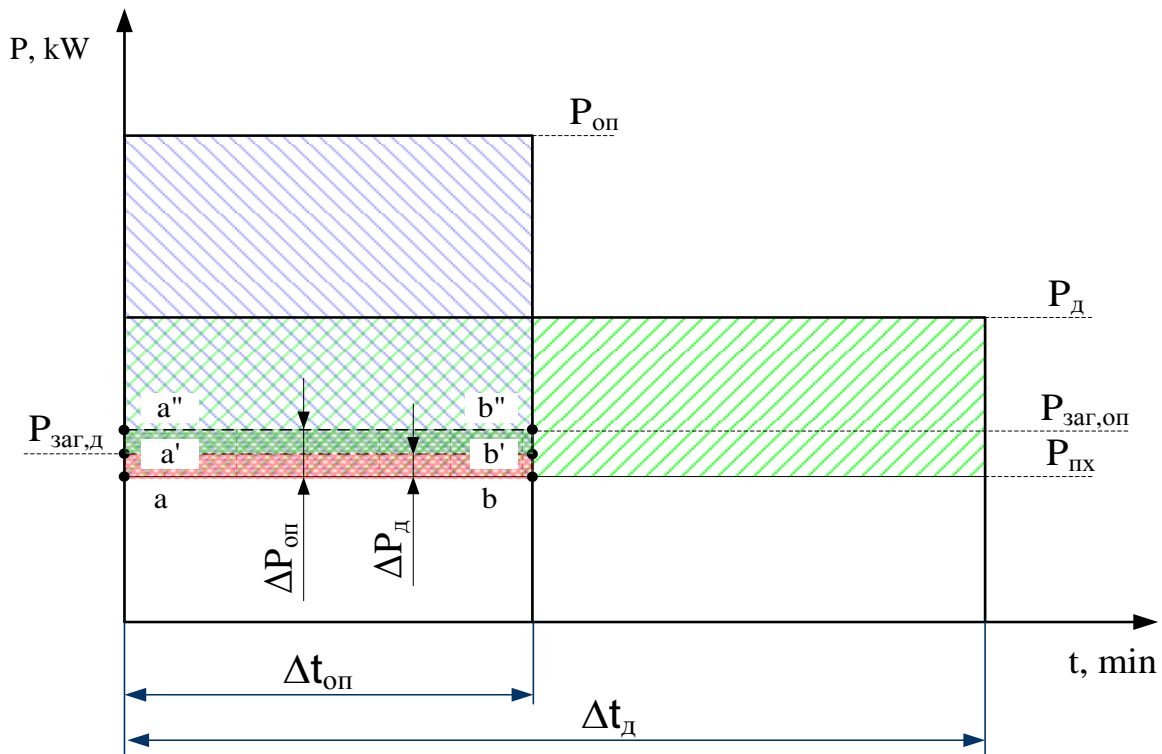
**Фиг. 13.2. Блокова схема на обобщена методика за изследване и оценка на енергийната ефективност на ЕЗ: А – предварително добиване на необходима информация; Б – подходи за повишаване на енергийната ефективност**

- Възможността за измерване на електрическите товари. За да се използват цифровите електромери е необходимо разкъсване на токовата верига на консуматорите, което налага спиране на задвижването и изключване на захранването. В повечето случаи тази процедура не е затруднена. Изключение правят отговорните и технологично свързани потребители, при които поради висок риск или по други съображения преустановяването на работния режим не е желателно;

- Възможността за определяне на нивото на общите загуби. При процеси на транспортиране нивото се определя по теоретичен път. Необходима е информация за масата, височината и продължителността на издигане на насипния товар (флуида). При всички останали ЕЗ сумарните загуби също се определят теоретично, но може да се използва и мощността на празен ход.

### 13.3.2. Показатели за изследване и оценка на енергийната ефективност

Всяко ЕЗ може да се разглежда и представя като единичен електрифициран модул, представляващ всяка машина или агрегат, свързан с един електрически двигател. КПД на ЕЗ може да се определи като отношение на разликата между общо консумираната енергия и енергията, определена от мощността на празния ход към общо консумираната от ЕЗ електроенергия (фиг. 13.3).



**Фиг. 13.3.** Изходна диаграма за синтез на показателите за ефективно електропотребление на ЕЗ при различни работни режими:

$P_{заг,д}$  и  $P_{заг,оп}$  – мощност на загубите, съответно при действителния и оптималния работен режим, kW;  $P_д$  и  $P_{оп}$  – средна мощност при действителен и оптимален режим, kW;  $\Delta P_д$  и  $\Delta P_{оп}$  – допълнителни загуби на мощност при натоварване в действителен и оптимален режим, kW;  $\Delta t_д$  и  $\Delta t_{оп}$  – действителна и оптимална продължителност на работа, min;  $P_{пх}$  – средна мощност на празния ход, kW.

С нарастване на натоварването възникват допълнителни енергетични загуби и линията **a – b**, определяща нивото на празен ход се измества, както е показано на фигурата. При действителния работен режим тази линия се измества до **a' - b'**; при оптималния тя е **a'' - b''**. В частност ако се разгледат процесите на преобразуване на енергията в двигателя, то повдигането на линията **a – b** се обуславя от нарастването на стойността на загубите в медта на статора и ротора на асинхронната машина.

Съгласно графиката от фиг. 13.3 действителният  $\eta_д$  и оптималният кпд  $\eta_{оп}$  на ЕЗ се определят с:

$$\eta_д = \frac{(P_д - P_{заг,д}) \cdot \Delta t_д}{P_д \cdot \Delta t_д} = \frac{P_д - P_{заг,д}}{P_д}, \quad (13.1)$$

$$\eta_{оп} = \frac{(P_{оп} - P_{заг,оп}) \cdot \Delta t_{оп}}{P_{оп} \cdot \Delta t_{оп}} = \frac{P_{оп} - P_{заг,оп}}{P_{оп}}. \quad (13.2)$$

За целта е необходимо получаване на графика на товара на ЕЗ и определяне на общите загуби за всеки от горепосочените режими. Последните могат да се определят точно като

разлика от действително консумираната електроенергия за определено време и определената по теоретичен път, физически необходима (базисна) енергия, изразходвана единствено за извършване на полезната работа за съответния процес.

Предлага се пълна система от информативни показатели за оценка на енергийната ефективност на ЕЗ (фиг. 13.4).

<b>A</b>	A1	A2	A3	
	kW	kVAr	min	
	A4	A5	A6	
	kWh	kWh	отн.ед.	
<b>B</b>	B1	B2	B3	
	kW	kVAr	min	
	B4	B5	B6	B7
	kWh	kWh	kWh	отн.ед.
<b>C</b>	C1	C2		
	kW	kW		
		<b>D</b>	D1	D2
			отн.ед.	отн.ед.
<b>E</b>	E1	E2	E3	D3
	%	%	%	min
	E4	E5	E6	D4
	–	–	–	kWh
<b>F</b>	F1	F2	F3	F4
	kW	отн.ед.	kVAr	отн.ед.

**Фиг. 13.4. Схема на класификацията на показатели за оценка енергийната ефективност на ЕЗ**

Показателите се разпределят в 6 групи, означени съответно с главните латински букви **A**, **B**, **C**, **D**, **E** и **F**. В група **A** са приложени всички показатели, имащи отношение към оптималния работен режим на ЕЗ. Същото е направено и за групите **B** и **C**, но съответно за действителния режим и режима на празния ход. Група **D** дава информация за преразхода на електроенергия и на технологично време, група **E** – отклоненията на някои величини от зададени специфични стойности. Последната група **F** фиксира статистически оценки, които характеризират действителния работен режим.

В табл.13.1 са посочени значенията и начинът, по който се определят систематизираните показатели от 6-те групи.

**Съставни характеристики и зависимости за определяне на показатели  
за оценка енергийната ефективност на ЕЗ**

	Описание на показателя	Начин за определяне	Измерителна единица
група А	<b>A1</b> Активна мощност при оптималния режим на работа на ЕлЗ	Задава се или се определя експериментално	kW
	<b>A2</b> Реактивна мощност при оптималния режим на работа на ЕлЗ	Задава се или се определя експериментално	kVAr
	<b>A3</b> Оптимално технологично време на работа	$A_3 = \frac{B_4}{A_1 - C_1}$	min
	<b>A4</b> Неполезен разход на електроенергия при оптималния режим на работа	$A_4 = C_1 \cdot A_3$	kWh
	<b>A5</b> Общ разход на електрическа енергия в оптималния режим на работа	$A_5 = A_1 \cdot A_3$	kWh
	<b>A6</b> Относителен разход на електроенергия при оптималния режим на работа	$A_6 = 1 + \frac{C_1}{A_1 - C_1}$	отн.ед.
група В	<b>B1</b> Средноаритметична стойност на активната мощност при действителния режим на работа	$B_1 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} P_i$	kW
	<b>B2</b> Средноаритметична стойност на реактивната мощност при действителния режим на работа	$B_2 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} Q_i$	kVAr
	<b>B3</b> Действително технологично време на работа	$B_3 = n \cdot \delta$	min
	<b>B4</b> Полезен разход на електроенергия	$B_4 = (B_1 - C_1) \cdot B_3$	kWh
	<b>B5</b> Неполезен разход на електроенергия при действителния режим на работа	$B_5 = C_1 \cdot B_3$	kWh
	<b>B6</b> Общ разход на електрическа енергия при действителния режим на работа	$B_6 = B_4 + B_5$	kWh
	<b>B7</b> Относителен разход на електроенергия при действителния режим на работа	$B_7 = 1 + \frac{C_1}{B_1 - C_1}$	отн.ед.
—	<b>C1</b> Активна мощност на празния ход	Експериментално	kW

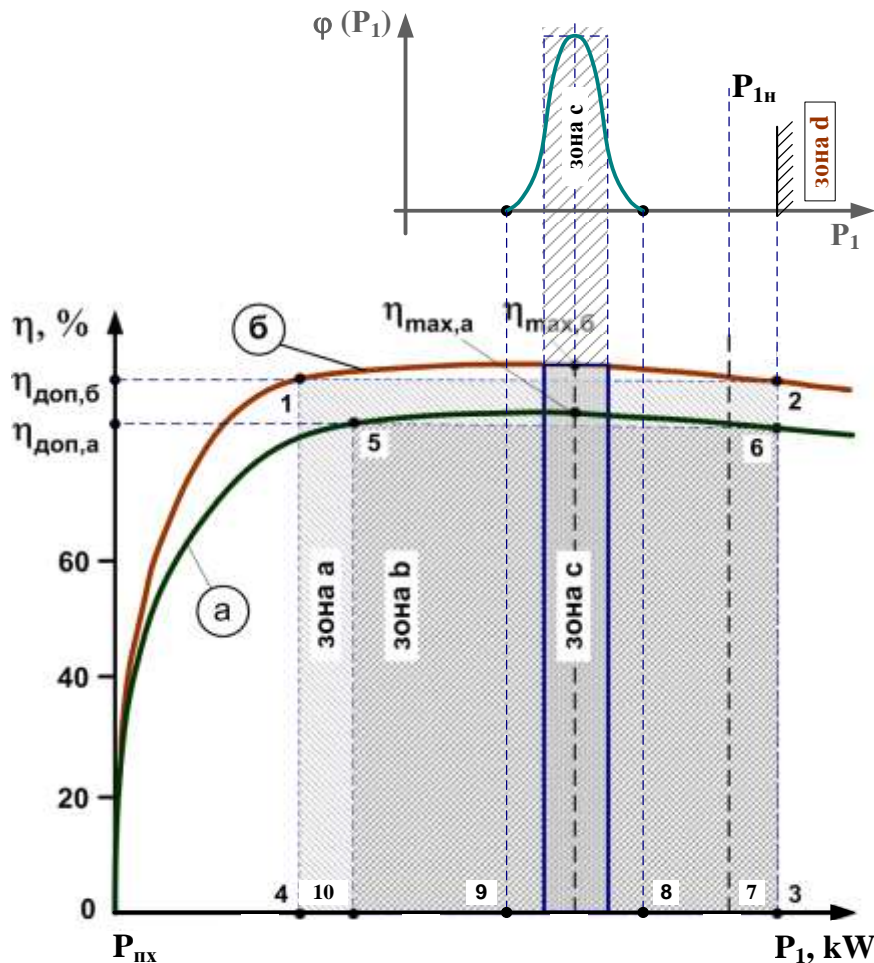
група С	<b>C1</b> Активна мощност на празния ход	Експериментално	kW
	<b>C2</b> Загуби на мощност	Теоретично съобразно с типа на консуматора	kW
група D	<b>D1</b> Коефициент на преразход на общо изразходената електроенергия	$D_1 = \frac{B_6}{A_5}$	–
	<b>D2</b> Коефициент на преразход на несползваната електроенергия	$D_2 = \frac{B_5}{A_4}$	–
	<b>D3</b> Преразход на технологично време	$D_3 = B_3 - A_3$	min
	<b>D4</b> Преразход на електроенергия	$D_4 = B_6 - A_5$	kWh
група E	<b>E1</b> Отклонение от максималния к.п.д на ЕД при оптималния работен режим	$E_1 = \eta_{\max} - \eta_{\text{оп}}$	%
	<b>E2</b> Отклонение от максималния к.п.д на задвижващия ЕД при действителния работен режим	$E_2 = \eta_{\max} - \eta_{\text{д}}$	%
	<b>E3</b> Максимален к.п.д. на задвижващия ЕД	По каталожни данни и от специализираната литература	%
	<b>E4</b> Отклонение на фактора на мощността от желаната стойност при оптималния работен режим	$E_4 = \cos \varphi_{\text{ж}} - \cos \varphi_{\text{оп}}$	–
	<b>E5</b> Отклонение на фактора на мощността от желаната стойност при действителния работен режим	$E_5 = \cos \varphi_{\text{ж}} - \cos \varphi_{\text{д}}$	–
	<b>E6</b> Желан фактор на мощността	Задава се	–
група F	<b>F1</b> Коригирано средноквадратично отклонение на активната мощност при действителния режим на работа	$F_1 = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} (P_i - B_1)^2}$	kW
	<b>F2</b> Коефициент на вариация на активната мощност при действителния режим на работа	$F_2 = \frac{F_1}{B_1}$	–
	<b>F3</b> Коригирано средноквадратично отклонение на реактивната мощност при действителния режим на работа	$F_3 = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} (Q_i - B_2)^2}$	kVAr
	<b>F4</b> Коефициент на вариация на реактивната мощност при действителния режим на работа	$F_4 = \frac{F_3}{B_2}$	–

**Означения:**  $P_i - i^{ma}$  стойност на действителната активна мощност на ЕЗ, kW;  $Q_i - i^{ma}$  стойност на действителната реактивна мощност на ЕЗ, kVAr;  $n$  – брой на измерванията на активната и реактивната мощност на ЕЗ, бр.;  $\delta$  – интервалът от време между две

последователни измервания,  $\min$ ;  $\eta_d$  – к.п.д. на задвижващия ЕД при действителен режим на работа, %;  $\eta_{on}$  – к.п.д. на задвижващия ЕД при оптимален режим на работа, %;  $\eta_{max}$  – максимален к.п.д. на задвижващия ЕД, %;  $\cos\varphi_{жс}$  – желан фактор на мощността;  $\cos\varphi_d$  и  $\cos\varphi_{on}$  – съответно, фактора на мощността при действителен и оптимален режим на ЕЗ.

### 13.3.3 Модел за определяне на оптималното ниво на потребление на ЕЗ

Опитът показва, че производителите на ЕЗ не са ангажирани с дефиниране на техните ефективни в енергетично отношение режими, което поражда необходимостта от разработване на следния подход за изследване и оценка, чрез който се моделира енергийната ефективност на един от основните елементи на всяко задвижване – електрическият двигател (ЕД).



**Фиг. 13.5. Графично представяне на връзката между електрическият товар на ЕЗ и закона на разпределение на влияещите върху товара случайни фактори: а) класически двигатели; б) двигатели с повишен к.п.д.**

Сравнява се общият вид на характеристиките на един класически и един енергийноэффективен електродвигател (фиг. 13.5). При експлоатация на задвижванията не винаги работната точка на двигателя съответства на максималния му к.п.д. Тя може да е преди или след характерния максимум. Така се оформят три зони “а”, “б” и “с” (фиг. 13.5), в които в общия случай попада натоварването. Зона “а” (т. 1, 2, 3 и 4) се ограничава от допустимия от енергетична гледна точка к.п.д.  $\eta_{доп,а}$  и е характерна за енергоефективен тип двигатели. Вижда се, че тя е по-широка от аналогичната за класически ЕД зона (зона “б”), което се разглежда като едно от предимствата на енергоефективните двигатели пред класическите.

Извън зоните “а” и “b” к.п.д. на ЕД започва силно да намалява и следователно натоварвания от този порядък не са благоприятни. Условието за определяне на граничните стойности на зоните “а” и “b” (т. 3, 4 и 10) се диктува от допустимото относително понижаване на к.п.д. спрямо фиксирана промяна на натоварването:

$$r_{\text{доп}} = \frac{\Delta\eta_{\text{АД}}}{\Delta P_{\text{АД}}^*}, \%, \quad (13.3)$$

където  $\Delta\eta_{\text{АД}}$  е промяната на к.п.д. на двигателя на електрозадвижването, %,  $\Delta P_{\text{АД}}^*$  - отнесеното спрямо номиналната мощност изменение на товара на двигателя, %.

Величината  $\Delta P_{\text{АД}}^*$  е “стъпката”, която се задава и през която се отчита съответната стойност на к.п.д. За нейното определяне, в % се използва следния израз:

$$\Delta P_{\text{АД}}^* = \frac{P_{2\text{нач}} - P_{2\text{кр}}}{P_{\text{н}}} = \text{const}, \quad (13.4)$$

където  $P_{2\text{нач}}$  и  $P_{2\text{кр}}$  са стойностите на мощността, съответно в началото и в края на зададеното изменение, kW,

$P_{\text{н}}$  - номиналната мощност на двигателя, kW.

За постигане на рационално решение оптималното ниво на електропотребление е желателно да попада в зона “с”, където се наблюдава максимален к.п.д. Тази зона е разграничена на фиг.13.5 с плътни линии и е обикновено (70...80) % от номиналния товар. За определянето на нейните граници се използват изразите:

$$\sigma_c^e = P_{\eta_{\text{max}}} + s_{\text{дон}} \cdot P_{\eta_{\text{max}}}, \text{ kW}, \quad (13.5)$$

$$\sigma_c^d = P_{\eta_{\text{max}}} - s_{\text{дон}} \cdot P_{\eta_{\text{max}}}, \text{ kW}, \quad (13.6)$$

където  $P_{\eta_{\text{max}}}$  е мощността при максимален кпд, kW,

$s_{\text{дон}}$  — коефициентът на широчината на зоната.

Характерно за ЕЗ, които работят в установен режим е, че консумираната от мрежата мощност се колебае около средната в зависимост от различни фактори със случаен характер: параметри на околната среда (температура, влажност, запрашеност и др.); нееднородност на обработваните детайли; технологични и други фактори. Те представляват случайни величини, поради което законът на разпределение на електрическия товар на двигателя  $\varphi(P_1)$  може да е различен за всеки конкретен процес. В общия случай върху електрическия товар влияят множество, приблизително равни по значимост фактори, при което законът се доближава до нормалния, както е изобразено на фиг.13.1. Следователно дори задвижването да е настроено в оптималния режим, работната точка може да се отклони от максималния к.п.д. до т. 8 и т. 9 (фиг. 13.5).

Големината на горепосочените отклонения зависи от характеристиките на разсейването. При голямо разсейване намаляване на товара на ЕД е допустимо до стойности, определени от т.4 и т.10 в зависимост от класа на ефективност. При такива условия обаче се фиксират отклонения в обратна посока – на увеличаване на  $P_1$ , които достигат зоната “d”, където режими на работа по правило не трябва да се допускат поради прекомерно претоварване на ЕЗ.

#### 13.3.4. Модел за мониторинг, изследване и оценка на енергийната ефективност на групирани ЕЗ

Редица производствени обекти се характеризират с множество налични ЕЗ, които според взаимната си свързаност се разпределят в определен брой технологични групи.

ЕЗ от технологичните групи са свързани помежду си чрез моделен график на товара в рамките на зададен период от време (най-често една работна смяна). Този график следва да

се структурира във вида, представен на фиг. 13.6, като според него в произволна минута всяко ЕЗ може да се окаже включено или изключено. При включено състояние ефективността на енергопотреблението се определя според нивата на относителния разход [5] на всяко работещо ЕЗ. Ако режимите на работа на тези консуматори са рационално зададени, то относителният разход за всяко от тях е минимален, а енергийната ефективност – най-висока.

Условието за минимизиране на електропотреблението на групата от ЕЗ ще бъде обобщения за тях, среднопретеглен по мощност относителен разход  $E_{Gi}^*$  за всяка ос на времето да се доближава до минималното ниво. Моделът за мониторинг на енергийната ефективност и минимизиране на електропотреблението при тези постановки има вида:

$$E_{Gi}^* = \frac{\sum_{i=1}^{i=a} E_{ii}^* \cdot P_{ii} + \sum_{i=1}^{i=b} E_{2i}^* \cdot P_{2i} + \dots + \sum_{i=1}^{i=c} E_{ii}^* \cdot P_{ii} + \dots + \sum_{i=1}^{i=d} E_{ni}^* \cdot P_{ni}}{\sum_{i=1}^{i=a} P_{ii} + \sum_{i=1}^{i=b} P_{2i} + \dots + \sum_{i=1}^{i=c} P_{ii} + \dots + \sum_{i=1}^{i=d} P_{ni}} \Rightarrow \text{OPT}, \quad (13.7)$$

където  $E_{1i}^*$ ,  $E_{2i}^*$ ,  $E_{ii}^*$ ,  $E_{ni}^*$  са  $i$ -те относителни разходи на електроенергия на ЕЗ от 1-ва, 2-ра, ...,  $n$ -та група;

$P_{1i}$ ,  $P_{2i}$ ,  $P_{ii}$ ,  $P_{ni}$  – мощностите, съответстващи на нивата на относителните разходи на тези ЕЗ,  $kW$ .

При отклонение от минимума се натрупват загуби на енергия и парични средства. Диапазона на вариране на тези загуби ще се диктува основно от действителната стойност на относителния разход, нивото на базисния електроенергиен разход [8], както и от приетото минимално ниво. При тази постановка може да се синтезира интегрален модел за определяне на загубите (преразхода) на парични средства:

$$\Delta p = \alpha \cdot \sum_{i=1}^{i=n} W_{bas,i} \cdot (E_{Gi}^* - E_{G,opt}^*) = \alpha \cdot \Delta W \quad (13.8)$$

, лв.,

където  $\alpha$  е цената на електрическата енергия, лв./ $kWh$ ;

$n$  – броят на минутите в разглеждания период от време, бр.;

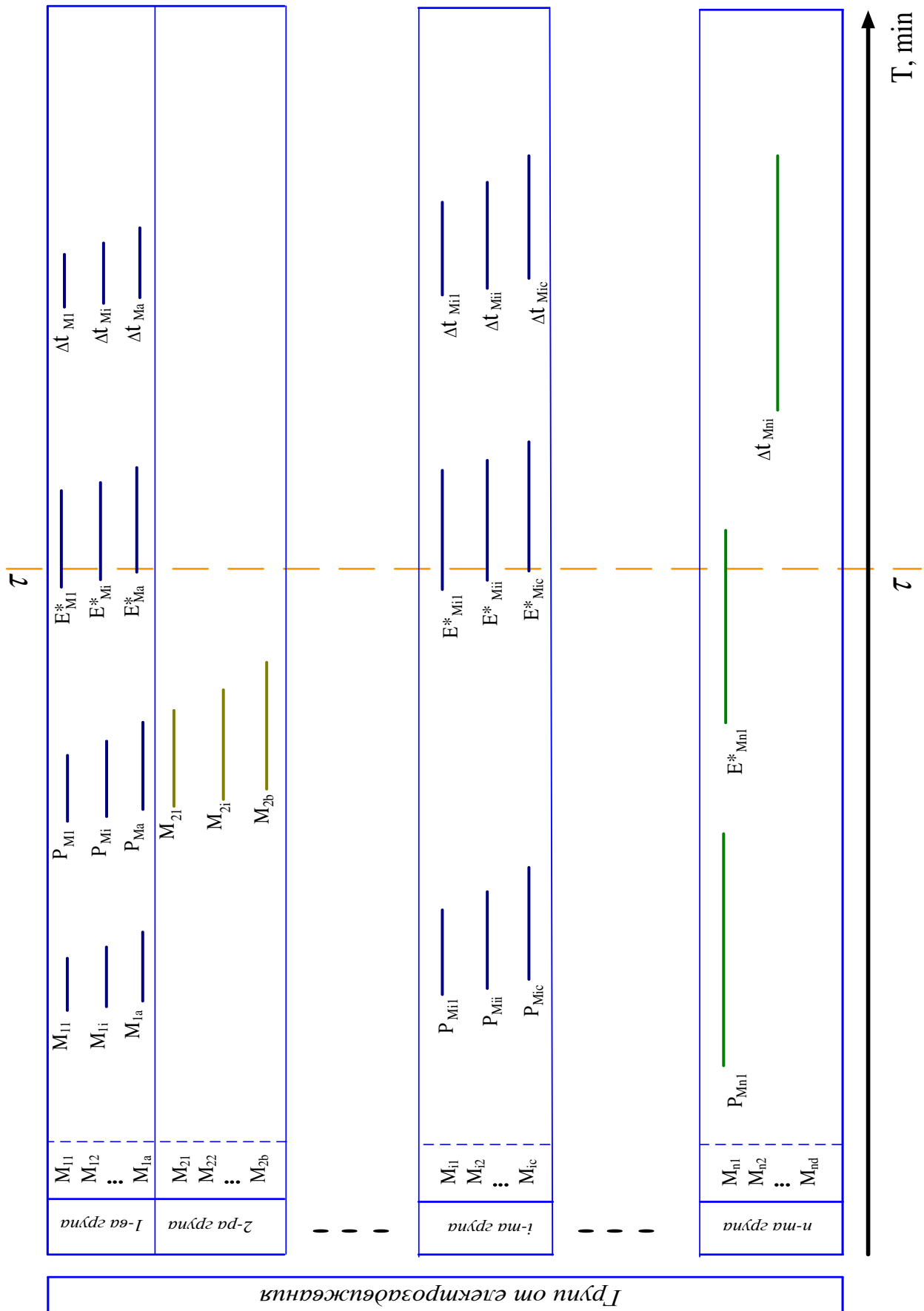
$i$  – поредният номер на текущата минута;

$W_{bas,i}$  –  $i$ -то базисно количество електрическа енергия,  $kW$ ;

$E_{G,opt}^*$  – зададеното оптимално ниво на приведения относителен разход, отн.ед.;

$\Delta W$  – преразходът на електрическата енергия,  $kWh$ .

Тук моделът (13.8) определя загубите на парични средства при честота на дискретизация, равна на една минута. В тази връзка следва да се отбележи, че разходите  $E_{Gi}^*$  и енергиите  $W_{bas,i}$  се определят като средни за периодите от време  $\Delta t_i$ , които може да са равни например на 1 s, 10 s, 1 min, 5 min. и др. в зависимост от желаната точност. В зависимост от характеристиките на изследваните обекти, големината на  $\Delta t_i$  практически се предопределя от възможностите за определяне на електрическите товари и на относителните и базисни разходи на ЕЗ.



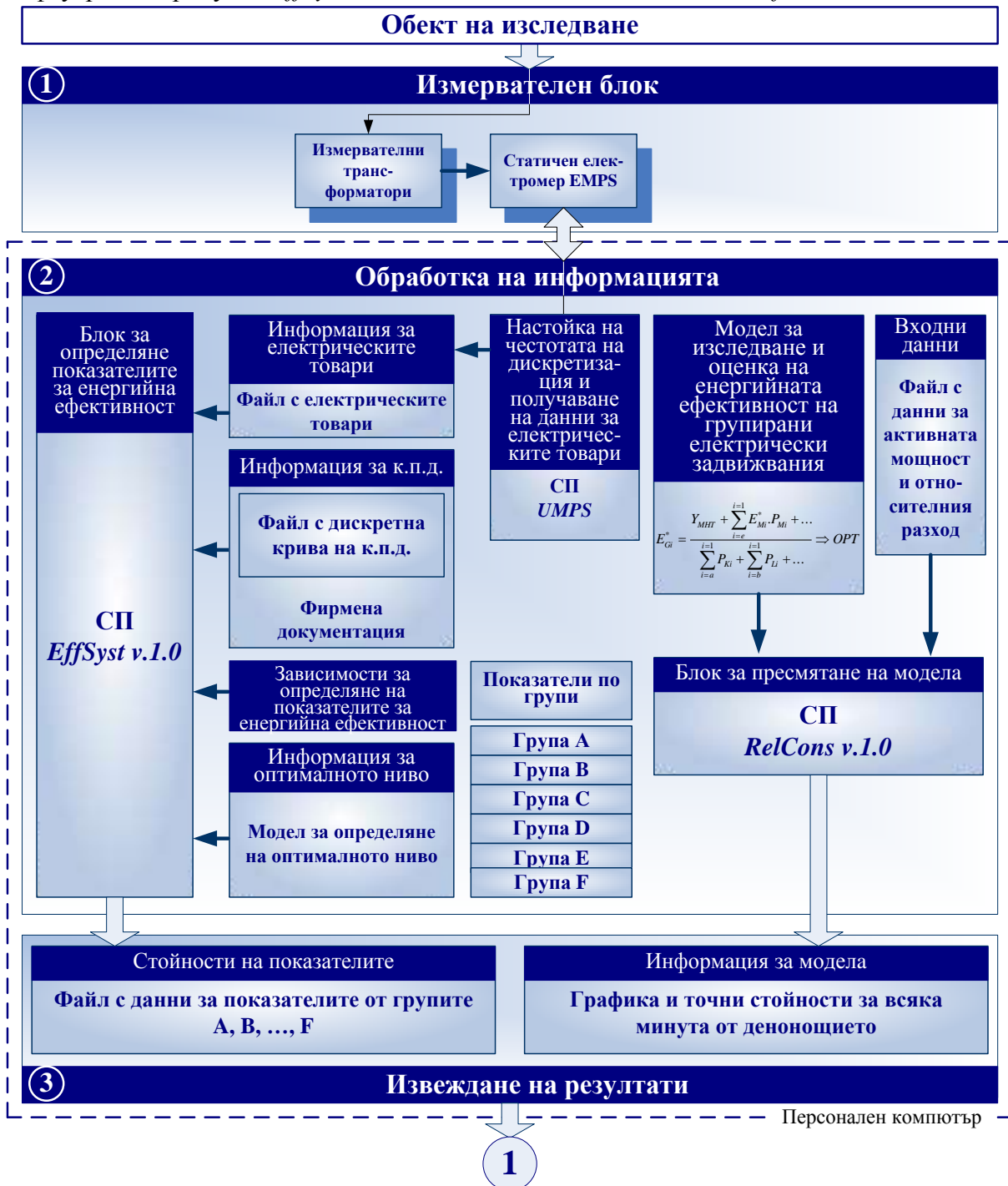
**Фиг. 13.6.** Схема на моделия график за групиране на товарите и разпределение на групите за минимизиране на относителния разход на групирани ЕЗ: а, в, с и d – броят на ЕЗ в съответната група

### 13.4. Автоматизирана система за изследване и оценка на енергийната ефективност на ЕЗ и системи

#### 13.4.1. Блокова схема на системата

Системата е структурирана като са обособени три блока – измервателен блок, блок за обработка на информацията (основен) и блок за извеждане на резултати (фиг. 13.7). При обработка на информацията енергийната ефективност се оценява, както при индивидуалните, така и за групирани ЕЗ. Изследването на индивидуалните ЕЗ се осъществява чрез блока за определяне на показателите на енергийната ефективност, а това на групирани – чрез пресмятане на обобщения целеви модел.

Предвидено е операциите в блоковете 2 и 3 да се извършват автоматизирано с помощта на софтуерните продукти *EffSyst v.1.0*, *RelCons v.1.0*, *UMPS* и *Microsoft Excel*.



Фиг. 13.7<sup>a</sup>. Блокова схема на структурата на автоматизирана система за изследване на енергийната ефективност на ЕЗ: СП – софтуерен продукт



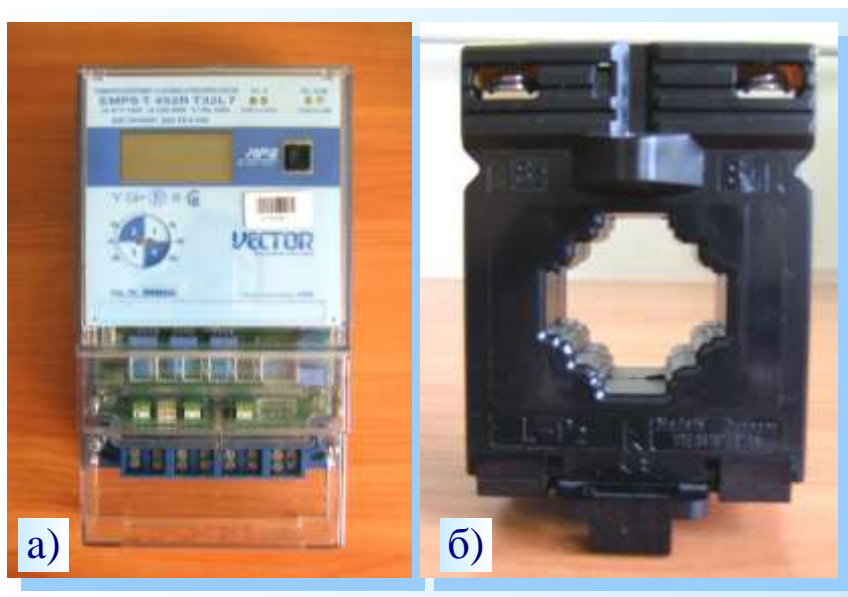
Изходна информация за анализ и оценка на енергийната ефективност		
<b>Показатели на енергийната ефективност</b>		
<b>A1</b> Активна мощност при оптималния работен режим на задвижването <b>A2</b> Реактивна мощност при оптималния работен режим <b>A3</b> Минимално технологично време на работа на електрозадвижването <b>A4</b> Неполезен разход на електроенергия при оптималния режим на работа <b>A5</b> Общ разход на електрическа енергия в оптималния режим на работа <b>A6</b> Относителен разход на електроенергия при оптималния режим на работа	<b>B1</b> Средна стойност на активната мощност при действителния режим на работа <b>B2</b> Средна стойност на реактивната мощност при действителния режим на работа <b>B3</b> Действително технологично време на работа <b>B4</b> Полезен разход на електроенергия <b>B5</b> Неполезен разход на електроенергия при действителния режим на работа <b>B6</b> Общ разход на електрическа енергия при действителния режим на работа <b>B7</b> Относителен разход на електроенергия при действителния режим на работа	<b>C1</b> Активна мощност на празния ход <b>C2</b> Мощност на загубите <b>D1</b> Коефициент на преразход на общо изразходената електроенергия <b>D2</b> Коефициент на преразход на неплезно изразходената електроенергия <b>D3</b> Преразход на технологично време <b>D4</b> Преразход на електроенергия
<b>E1</b> Отклонение от максималния к.п.д на двигателя при оптималния работен режим <b>E2</b> Отклонение от максималния к.п.д на задвижващия двигател при действителния работен режим <b>E3</b> Максимален к.п.д. на задвижващия двигател <b>E4</b> Отклонение на фактора на мощността от желаната стойност при оптималния работен режим <b>E5</b> Отклонение на фактора на мощността от желаната стойност при действителния работен режим <b>E6</b> Желан фактор на мощността	<b>F1</b> Коригирано средноквадратично отклонение на активната мощност при действителния режим на работа <b>F2</b> Коефициент на вариация на активната мощност при действителния режим на работа <b>F3</b> Коригирано средноквадратично отклонение на реактивната мощност при действителния режим на работа <b>F4</b> Коефициент на вариация на реактивната мощност при действителния режим на работа	
<b>Основен показател</b>		
<b>B7</b> Относителен разход на електроенергия при действителния режим на работа		
<b>Графика на целевия модел за групирани електрозадвижвания</b>		

**Фиг. 13.7<sup>б</sup>. Блокова схема на структурата на автоматизирана система за изследване на енергийната ефективност на ЕЗ (продължение)**

Анализът и оценката на енергийната ефективност се извършва въз основа на представителна информация, извеждана на изхода на автоматизираната система (фиг.13.7<sup>б</sup>). Информацията включва стойностите на всеки от показателите на енергийната ефективност (табл.13.1) и графика на обобщения относителен разход (целевия модел) за групирани ЕЗ

### 13.4.2. Технически средства за измерване

Измерванията на електрическите товари на ЕЗ се извършва с помощта на: статични електромери EMPS, производство на фирмата “Мултипроцесорни системи” – гр. София; токови и напреженови измервателни трансформатори от различен тип. Общият вид на използваните електромери и токови трансформатори на френската фирма „Socomec” е показан на фиг.13.8, а техническите им характеристики - в табл.13.2. Статичните електромери се свързват директно ако действителният ток на изследваните ЕЗ не надвишава 5А. Изборът на измервателен комплект токови трансформатори се диктува от действителния (работен) ток на ЕЗ.



Фиг. 13.8. Общ вид на статичен електромер (а) и токов измервателен трансформатор (б)

Таблица 13.2

Данни за техническите средства за измерване на електрическите товари на ЕЗ

--	ТТ, комплект 1	ТТ, комплект 2	ТТ, комплект 3	Цифров електромер
Тип	Socomec 28-30	Socomec 28-30	Socomec 28-30	EMPS
Клас на точност	1	0,5	0,5	0,5
Собствена консумация, VA	1	1,5	5	6,8
Коефициент на трансформация	50/5	150/5	250/5	–
Абсолютна грешка на вътрешния часовник, s/ден	–	–	–	±0,5
Стандартизация	IEC 60044/1	VDE 0414		EN 61036 EN 61268

Трифазните статични електромери за активна и реактивна енергия от типа EMPS позволяват автоматично снемане и запис на активната и реактивната мощност на консуматорите. Интервалът между две последователни измервания се задава програмно и може да приема стойности 60, 30, 20, 15, 10 и 1 минута. Запометените в електромерите

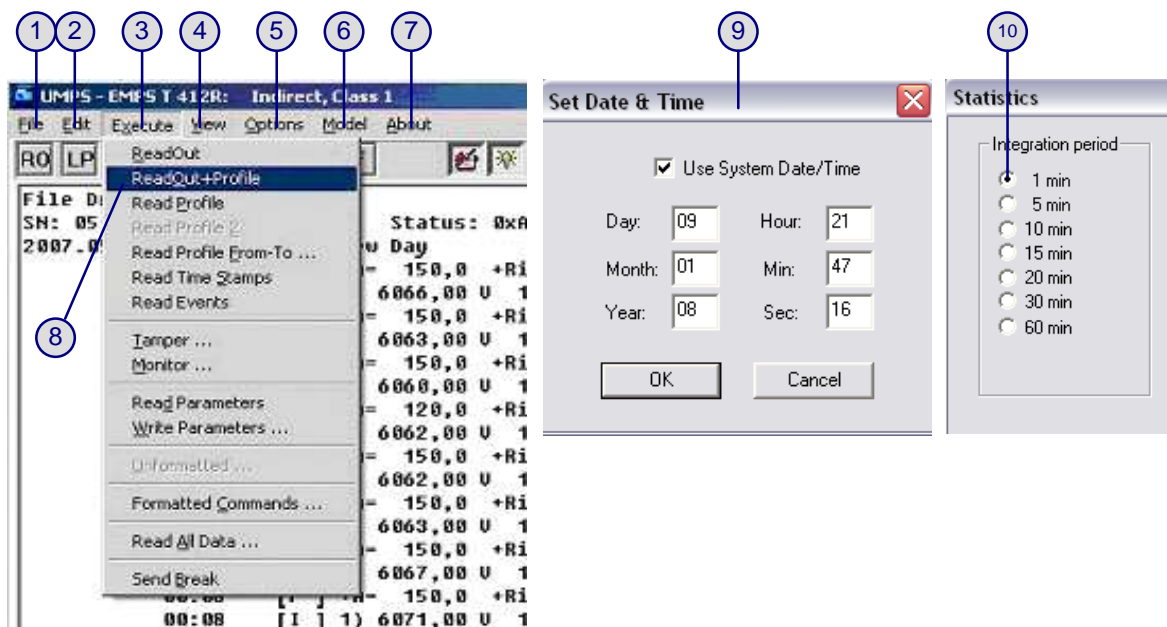
данни се извеждат към стационарен или преносим компютър с помощта на компютърната програма *UMPS* и кабел с оптична глава.

### 13.4.3. Софтуерен продукт *UMPS*

Представената автоматизирана система включва софтуерния продукт *UMPS*, разработен от фирмата “Микропроцесорни системи” гр. София (фиг.13.9). Преди да се започне работа с програмата е необходимо:

- да се монтира наличният кабел чрез оптичната глава към захранвания от мрежата електромер и чрез USB накрайника към стационарния или преносим компютър;
- при стартиране на софтуера да се въведе потребителско име и парола, след което да се избере типа на статичния електромер от показания списък.

Софтуерният продукт *UMPS* позволява получаване и архивиране на данни за електрическите товари (активна и реактивна мощност) на изследваните ЕЗ. За целта се изпълнява командата <ReadOut+Profile> (вж. фиг.13.9), след което с помощта на командите <Copy> и <Paste> изведените на екран данни се поместват в база, организирана с помощта на компютърното приложение *Microsoft Excel*. Получава се файл от вида, показан на фиг.14.10.



**Фиг. 13.9.** Общ вид на работни прозорци и основно меню на софтуерния продукт *UMPS*, предназначен за извеждане на данни от статични електромери тип EMPS: 1 – файл; 2 – редактиране; 3 – изпълнение; 4 – изглед; 5 – опции; 6 – тип електромер; 7 – допълнителна информация; 8 – извеждане на запазени данни; 9 – прозорец за настройка на час и дата; 10 – настройка на интеграционен период

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	09:04	[P]	+A= 88.50	+Ri= 70.50	-Rc= 0.00	-A= 0.00	-Ri= 0.00	+Rc= 0.00	50.1 Hz	Ud	Uo	Uu	R	Id	Iu
2	→ 09:04	[I] 1)	226.64 V	164.250 A	+0.78 L	2) 226.67 V	166.300 A	+0.78 L	3) 227.32 V	165.400 A	+0.77 L				
3	09:05	[P]	+A= 90.00	+Ri= 70.50	-Rc= 0.00	-A= 0.00	-Ri= 0.00	+Rc= 0.00	50.1 Hz	Ud	Uo	Uu	R	Id	Iu
4	→ 09:05	[I] 1)	226.22 V	166.100 A	+0.79 L	2) 226.29 V	168.000 A	+0.79 L	3) 226.83 V	167.100 A	+0.78 L				
5	09:06	[P]	+A= 90.00	+Ri= 69.00	-Rc= 0.00	-A= 0.00	-Ri= 0.00	+Rc= 0.00	50.1 Hz	Ud	Uo	Uu	R	Id	Iu
6	→ 09:06	[I] 1)	225.76 V	166.200 A	+0.79 L	2) 225.96 V	168.300 A	+0.79 L	3) 226.44 V	167.150 A	+0.78 L				
7	09:07	[P]	+A= 90.00	+Ri= 70.50	-Rc= 0.00	-A= 0.00	-Ri= 0.00	+Rc= 0.00	50.1 Hz	Ud	Uo	Uu	R	Id	Iu
8	→ 09:07	[I] 1)	225.57 V	165.900 A	+0.79 L	2) 225.78 V	168.000 A	+0.79 L	3) 226.31 V	166.850 A	+0.78 L				
9	09:08	[P]	+A= 87.00	+Ri= 69.00	-Rc= 0.00	-A= 0.00	-Ri= 0.00	+Rc= 0.00	50.1 Hz	Ud	Uo	Uu	R	Id	Iu
10	→ 09:08	[I] 1)	225.70 V	162.750 A	+0.78 L	2) 225.93 V	165.050 A	+0.78 L	3) 226.48 V	163.900 A	+0.77 L				
11	09:09	[P]	+A= 84.00	+Ri= 69.00	-Rc= 0.00	-A= 0.00	-Ri= 0.00	+Rc= 0.00	50.1 Hz	Ud	Uo	Uu	R	Id	Iu
12	→ 09:09	[I] 1)	225.93 V	158.650 A	+0.77 L	2) 226.12 V	160.550 A	+0.77 L	3) 226.69 V	159.500 A	+0.77 L				
13	09:10	[P]	+A= 82.50	+Ri= 67.50	-Rc= 0.00	-A= 0.00	-Ri= 0.00	+Rc= 0.00	50.0 Hz	Ud	Uo	Uu	R	Id	Iu

**Фиг. 13.10.** Графично изобразяване на файл с данни от статичен електромер тип EMPS

*Настройка на статичния електромер.* Важни допълнителни операции, които се извършват с помощта на софтуера са настройката на часа и датата и задаване на интеграционен период на измерване. Първата от тях се реализира чрез командите <Execute>, <Formatted comands...> и <Set Date & Time>, след което в предвидените полета за задават актуалните стойности. Достъпните интеграционни периоди са показани на фиг.13.9. След поставяне на отметка за желан период се натиска бутона *OK*. Прозорецът *Statistics* се избира от менюто с позиция 2.

#### 13.4.4. Софтуерен продукт *EffSyst v.1.0*

Софтуерният продукт *EffSyst v.1.0* (фиг.13.11) е разработен за осигуряване на автоматизираната система и е предназначен за анализ на степента на ефективност на електропотреблението на ЕЗ. Преди да се започне работа е необходимо:

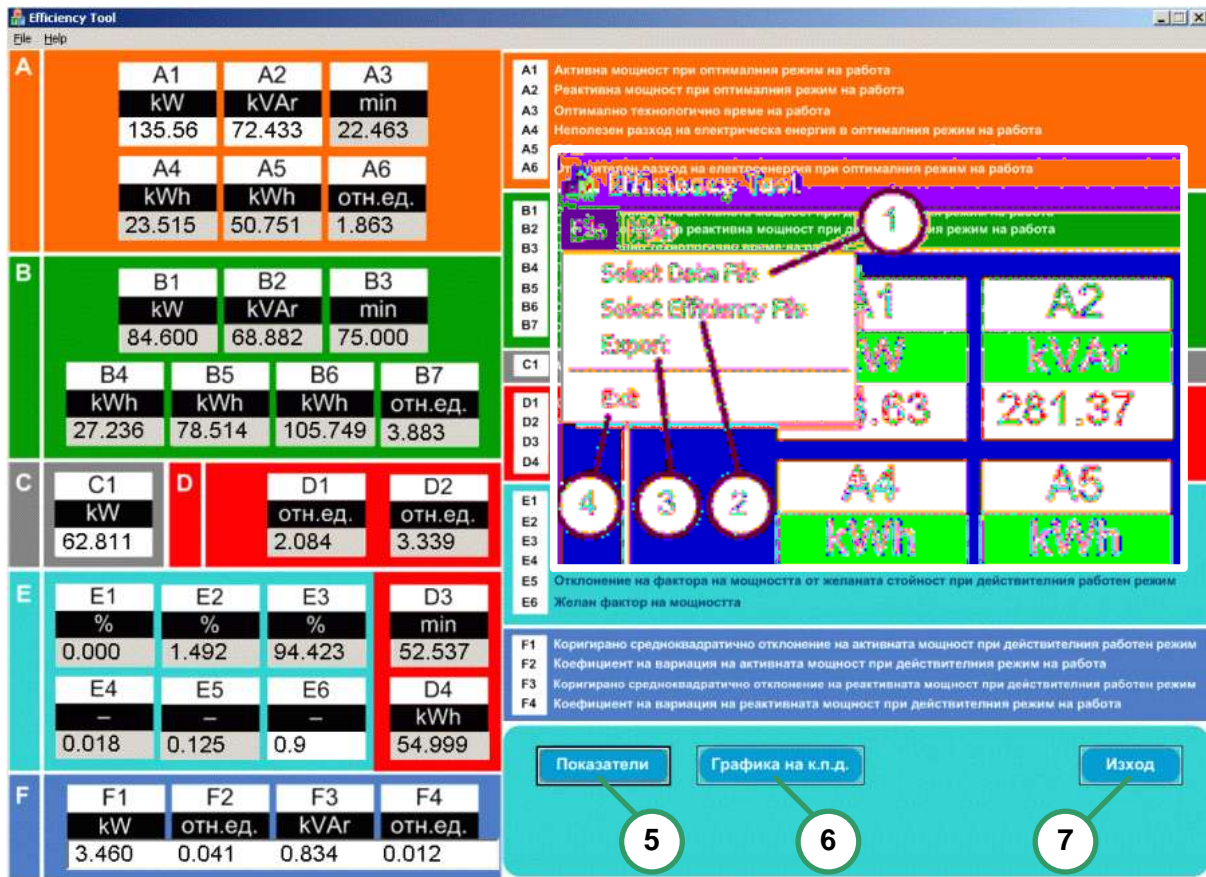
- Разделителната способност на екрана да бъде 1152x864 пиксела. В операционната система *Windows* тази настройка се извършва с поредицата от команди: <Show Desktop>, <Right Button>, <Properties>, <Settings>, <Screen Resolution>;
- Два входни файла – съответно за представяне на кривата на к.п.д. и за въвеждане на данните за електрическите товари;
- Да се укажат стойностите на оптималната активна и реактивна мощност, нивото на загубите (празния ход) и желания (оптимален) фактор на мощността. Въвеждането се извършва в определените за това полета на основния прозорец на програмата (фиг.13.11).

Графичната среда за взаимодействие с потребителя на програмата се състои от две основни зони: зона за въвеждане и извеждане на данни – в ляво, и зона за допълнителна информация – в дясно (фиг.13.11). Главното меню на *EffSyst v.1.0* (показано в по-голям мащаб) съдържа следните подменюта:

- *Позиция 1.* Избор на файл с данни за електрическите товари на задвижването. Файлът е от вида показан на фиг.13.10. Обработват се редовете, които започват със поредицата от символи “[I]”.
- *Позиция 2.* Избор на файл с дискретно представяне на кривата на к.п.д. на задвижващия двигател. Стойностите на к.п.д. в този файл се получават от конкретните или обобщените енергетични характеристики на двигатели с общо предназначение. Те се снемат през интервал от 5% от номиналната мощност в

зоната (0...120) % от същата. Като се изхожда от класическата формула за к.п.д. на електрическите двигатели кривата се представя във вида  $\eta=f(P_1)$ .

- **Позиция 3.** Извеждане и запазване на търсената информация в изходящ файл (фиг.13.12) в желана от потребителя папка. Файлът съдържа стойностите на показателите и данни за електрическите товари на задвижването за всяка минута от проведените наблюдения.
- **Позиции 4 и 7.** Изход от програмата.

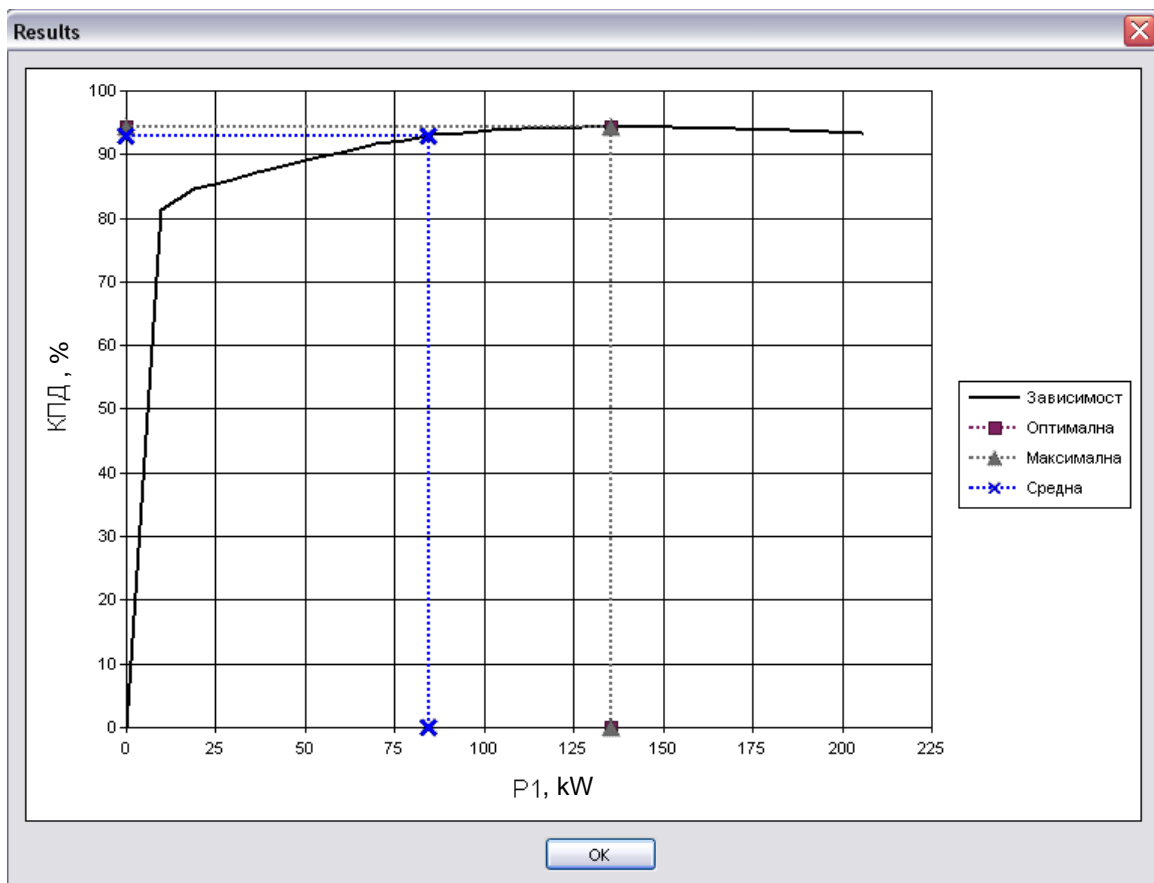


Фиг. 13.11. Общ вид на графичната среда на софтуерния продукт EffSyst v.1.0

Входящата информация на софтуера се съдържа в база от данни, организирана с помощта на характерен файл (фиг.13.10) на компютърното приложение *Microsoft Excel*. Файлът може да се съхранява в произволна папка в компютъра и при необходимост да се “извиква” чрез командата <Select Data File>. Стартирането на алгоритъма на софтуерния продукт *EffSyst v.1.0* се извършва чрез бутон “Показатели” (позиция 5).

Таблица 1				Таблица 2		
Показатели на енергийната ефективност				Електрически товари на задвижването		
Показател	Размерност	Стойност		Активна мощност P, kW	Реактивна мощност Q, kVA	
A1	kW	135,6		67,369	70,679	
A2	kVA	72,43		69,262	70,07	
A3	min	19,629		69,207	70,011	
A4	kWh	21,901		68,962	69,834	
A5	kWh	44,813		66,32	70,011	
A6	отн.ед.	1,956		63,394	69,103	
B1	kW	84,6		61,657	66,553	
B2	kVA	68,882		65,097	69,019	
B3	min	75		63,343	69,06	
B4	kWh	22,912		63,892	68,773	
B5	kWh	82,837		62,88	69,41	
B6	kWh	105,749		63,159	68,908	
B7	отн.ед.	4,615		62,889	68,684	
C1	kW	66,27		62,609	68,452	
D1	-	2,36		66,965	69,012	
D2	-	3,782		69,066	68,899	
D3	min	55,171		69,56	70,287	
D4	kWh	60,937		68,849	69,727	
E1	%	0		69,309	69,333	
E2	%	1,482		69,778	68,899	
E3	%	94,423		69,012	69,08	
E4	-	0		90,049	69,106	
E5	-	0,105		90,676	69,586	
E6	-	0,88		68,271	69,271	
F1	kW	3,46		63,552	68,501	
F2	-	0,041		79,706	67,457	
F3	kVA	0,834		79,56	67,334	
F4	-	0,012		77,933	67,335	
				60,947	67,702	

Фиг. 13.12. Общ вид на характерен изходен файл, създаден с помощта на софтуерния продукт EffSyst v.1.0: а) лист с показателите на енергийната ефективност на ЕЗ; б) електрически товари на ЕЗ

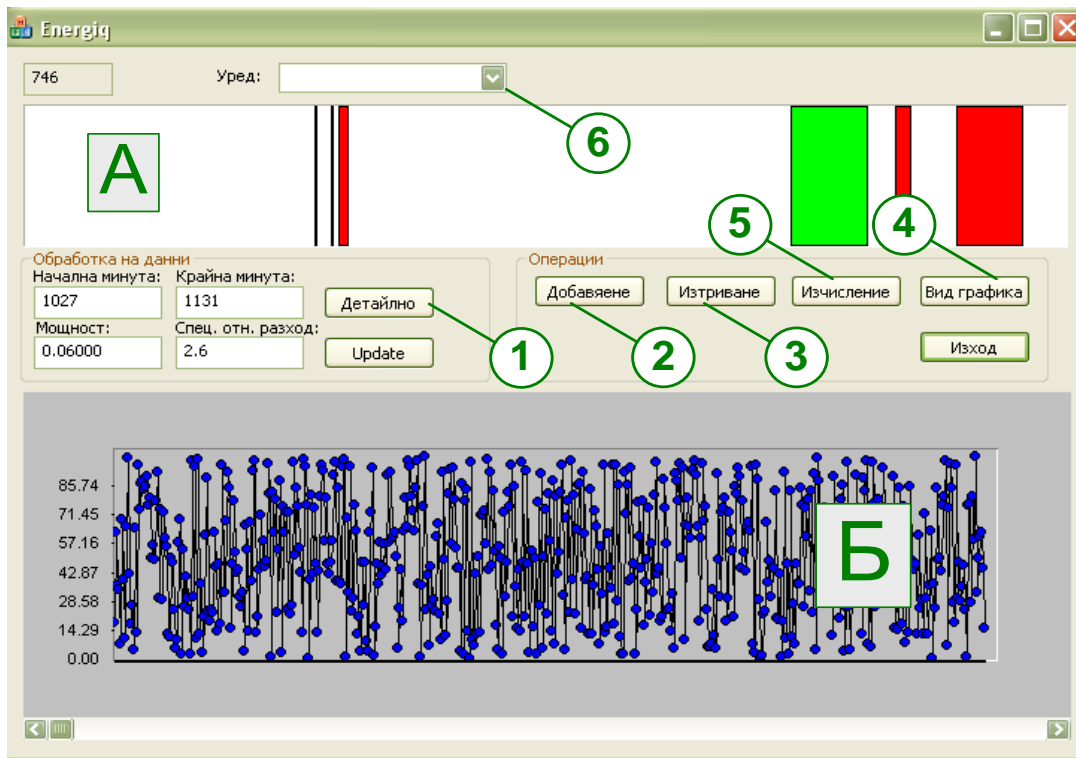


Фиг. 13.13 Графично изобразяване на характеристиката, максималната и действителна стойност на к.п.д. с помощта на софтуерния продукт EffSyst v.1.0

*Допълнителни функции.* Чрез разработен допълнителен алгоритъм кривата на к.п.д. на задвижващия двигател се показва на екран с нанесени работни точки при действителния и оптималния работен режим (фиг.13.13). Графиката се показва в нов прозорец след натискане на бутона “Графика на к.п.д.” (позиция 6, фиг.13.11). Тя предоставя информацията нагледно, което дава възможност за бърз и ясен анализ на отклоненията от оптималното ниво.

### 13.4.5. Софтуерен продукт *RelCons v.1.0*

Софтуерният продукт *RelCons v.1.0* (фиг.13.14) е предназначен за пресмятане на модела на приведения, сумарен относителен разход на ЕЗ за всяка минута от едно денонощие.



**Фиг. 13.14.** Общ вид на графичната среда на софтуерния продукт *RelCons v.1.0*

Първоначално софтуерът анализира информацията за периодите на работа, активната мощност и относителния разход на всяко изследвано ЕЗ. След зареждане на данните в паметта се предоставят възможности за:

- Изменение на периодите на работа, мощността и относителния разход на електрозадвижванията (поле “Обработка на данни”);
- Добавяне на ново и изтриване на съществуващо задвижване (позиции 2 и 3);
- Пресмятане на целевия модел на относителния разход (позиция 5).

Графикът на включено/изключено състояние на ЕЗ може да бъде поместен най-много в рамките на едно денонощие. За по-интуитивното му възприемане програмата представя данните в лесен за възприемане вид: като отсечки – част от друга, по-голяма отсечка (виж зона “Б” от фиг.13.14). Изборът на ЕЗ, чийто график ще се показва на екран се извършва с помощта на обобщено меню (позиция 6). След натискане на бутона “Изчисление” (позиция 5) графиката на общия, приведен относителен разход на електроенергия се показва в пространството под виртуалните бутони (зона “А”). При задържане на курсора върху коя да е точка от графиката на екран се извежда характерната за нея точна стойност.

*Допълнителни функции на програмата.* Предвидени са допълнителни възможности за детайлно въвеждане на мощността и относителния разход (позиция 1), и избиране на мащаба на получаваните графики (позиция 4).

### **Тест за самоподготовка**

1. Условията и редът за определяне на показателите за разход на енергия се регламентират от:

- а. Наредбата за енергийните характеристики на обектите;
- б. Наредбата за сертифициране на сгради за енергийна ефективност;
- в. Наредбата за обследване за енергийна ефективност;
- г. не се регламентират.

Отговор: а.

2. Коя група от показатели за оценка на енергийната ефективност дава информация за преразхода на електроенергия и технологично време?

- а. А
- б. В
- в. С
- г. D

Отговор: г.

3. Софтуерният продукт *EffSyst v.1.0* е предназначен за:

- а. Измерване на електрическите товари на ЕЗ;
- б. Експортиране и архивиране на данните за електрическите товари;
- в. Анализ за степента на ефективност на електропотреблението на ЕЗ;
- г. Пресмятане на приведения относителен разход на електроенергия.

Отговор: в.

### **Тест за оценяване**

1. Изведете, дефинирайте и систематизирайте показателите за оценка и съпоставяне на енергийната ефективност на електрическите задвижвания!

2. Опишете модела за мониторинг, изследване и оценка на енергийната ефективност на групирани електрически задвижвания!