



ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ

СТОПАНСКИ ФАКУЛТЕТ

**КАТЕДРА "ИКОНОМИКА, ИНДУСТРИАЛЕН ИНЖЕНЕРИНГ И
МЕНИДЖМЪНТ"**

маг. Гургана Георгиева Кулина - Радева

***„РАЗРАБОТВАНЕ НА МЕТОДИ ЗА ОПТИМАЛНО РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА
ЕНЕРГИЙНИТЕ НЕБАЛАНСИ В БАЛАНСИРАЩИ ГРУПИ НА
ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЕН ПАЗАР В БЪЛГАРИЯ”***

АВТОРЕФЕРАТ

**НА ДИСЕРТАЦИЯ ЗА ПРИСЪЖДАНЕ НА
ОБРАЗОВАТЕЛНА И НАУЧНА СТЕПЕН „ДОКТОР”**

**НАУЧНА СПЕЦИАЛНОСТ: 05.02.18 „ИКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ”
/В ЕНЕРГЕТИКАТА/**

НАУЧЕН РЪКОВОДИТЕЛ

Доц. д-р инж. Йорданка Стаменкова Ангелова

РЕЦЕНЗЕНТИ

Проф. д.ик.н Младен Стефанов Велев

Доц. д-р Димитър Дончев

София, 2016 г.

Дисертационният труд се състои от 143 страници, от които: въведение – 4 страници; основен текст в четири глави – 116 страници, изводи и препоръки – 9 страници, заключение – 1 страница, списък на използваната литература – 165 източника, таблици – 17 броя; фигури – 23 броя; формули – 46 бр. ; приложения – 2 броя

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита от катедра „ИКОНОМИКА, ИНДУСТРИАЛЕН ИНЖЕНЕРИНГ И МЕНИДЖМЪНТ“ към Стопански факултет на Технически университет – гр. София.

Авторът е свободен докторант към катедра „ИКОНОМИКА, ИНДУСТРИАЛЕН ИНЖЕНЕРИНГ И МЕНИДЖМЪНТ“ към Стопански факултет на Технически университет – гр. София. Изследванията и разработките са извършени в същия университет, Комисия за енергийно и водно регулиране, електроенергиен системен оператор и лицензиран търговец на ЕЕ.

Номерацията на фигурите, таблиците и математическите формули в автореферата съответства на тази в дисертацията.

Защитата на дисертационни труд ще се състои на 16.03.2017 г. от 13:00 ч. в Конферентната зала на БИЦ в Технически университет – гр. София на заседание на научно жури, назначено със Заповед № ОЖ-408 от 22.11.2016г. на Ректора на Технически университет – гр. София.

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се страни на интернет страницата на Технически университет – гр. София, <http://konkursi-as.tu-sofia.bg/>

„Разработване на методи за оптимално разпределение на енергийните небаланси в балансиращи групи на електроенергиен пазар в България“

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Актуалност на темата

Особеното влияние, което се обръща на енергетиката през последните десетилетия, се дължи на обстоятелството, че ефективното функциониране на този сектор е от изключително значение за постигането на устойчив икономически растеж и международна конкурентоспособност.

Трябва да се отбележи фактът, че българският електроенергиен пазар е част от европейския и в тази връзка следва изпълнението на Европейската стратегия за разширяване и постепенно отваряне на пазара за все повече консуматори с цел изграждане на интегриран европейски енергиен пазар.

Пазарът на електрическа енергия /ЕЕ/ в България е напълно либерализиран от 1 юли 2007 г., което означава, че всеки потребител има законово право на избор на доставчик и на свободен и равнопоставен достъп до мрежата за пренос на ЕЕ до мястото на потребление. Потребителите, излезли на свободния пазар трябва да договарят сами цената на ЕЕ и да планират на почасова база количествата, които ще потребяват. Всяка неточност ги отвежда на балансиращия пазар, където цените за недостиг и излишък са доста неизгодни в сравнение с пазарните. Добро решение за тези потребители да оптимизират разходите си за ЕЕ е като участват в балансиращи групи /БГ/. Чрез участието си в БГ потребителите имат максимален избор и възможност за оптимизиране разходите за небаланси чрез прехвърляне на отговорността за балансиране на Координатор на балансираща група /КБГ/. КБГ е задължен да определи метод за разпределение на общия небаланс между отделните членове, както и цените на балансиращата енергия в групата. Това предполага разработване и тестване на различни методи на разпределение на небалансите и избор на най-ефективния за профила на балансиращата група.

Тезата, която авторът застъпва в дисертационния труд е, че участието на пазарните участници в балансиращи групи чрез използване методи за оптимално разпределение на енергийните небаланси и извършване на финансово балансиране е добро решение за оптимизиране разходите за небаланси и съответно финансовия резултат на отделните участници.

2. Научна значимост, новост и практическа приложимост на дисертационния труд

Разработването на методи за оптимално разпределение на енергийните небаланси в балансиращите групи цели оптимизиране на финансовия ефект на всеки участник от участие в БГ.

Финансовият анализ на разработените методи и измерване на финансовия ефект за всеки член на балансиращата група потвърждава възможността за постигане на финансово оптимизиране на разпределените небаланси в балансираща група.

Оценката за приложимостта на всеки метод и определянето на критерии за избор на метод с помощта на основни фактори, които според автора оказват влияние върху работата на КБГ и БГ, помага при избора за използване на определен метод.

На база на извършената оценка авторът на дисертационния труд доказва, че всеки от разработените от методи може да бъде използван от КБГ, както и че методите могат да бъдат използвани от участниците в БГ за да направят информиран избор.

3. Обект и предмет на дисертационния труд

Обект на изследването в дисертационния труд са балансиращи групи на електроенергиен пазар в България.

Предмет на изследването са основни теоретични и методически въпроси свързани с разработването и използването на методи за оптимално разпределение на енергийните небаланси в балансиращи групи на електроенергиен пазар в България.

4. Цел и задачи на дисертационния труд

Целта на дисертационния труд е да се разработят методи за оптимално разпределение на енергийните небаланси в балансиращи групи на електроенергиен пазар в България с цел оптимизиране разходите за ЕЕ на участниците в тях.

За постигането на целта в настоящата разработка се поставиха следните основни *задачи*:

1. Да се направи преглед на състоянието и развитието на балансиращия електроенергиен пазар на европейско ниво, влиянието му върху българския балансиращ електроенергиен пазар и ролята на балансиращите групи в него;
2. Да се анализира същността и ролята на балансиращите групи като инструмент за оптимизиране на разходите за електроенергийно потребление;
3. Да се изготви критичен анализ на балансиращия пазар и балансиращите групи на база направения преглед на българския балансиращ пазар и възможността за оптимизиране на разпределените небаланси в балансираща група;
4. Да се разработят методи за оптимално разпределение на енергийните небаланси в балансираща група в зависимост от вида и профила на нейните членове и да се измери финансовия ефект за всеки член на балансиращата група;
5. Да се оцени приложимостта на разработените методи и да се определят критерии за избор на метод, като се направи проверка в реални условия.

5. Методология на дисертационния труд

Теоретичните и методологически основи на дисертационния труд се основават на трудовете на водещи американски, западноевропейски и български автори за либерализацията на електроенергийния пазар и търсенето на решения за различни групи потребители за оптимизиране на разходите им за ел. енергия, както и консултации с учени

и специалисти в енергийния сектор, които са участвали в процеса по въвеждането на пазарния модел с балансиращи групи, както и са търсили решения за управление на енергийните небаланси в тях.

6. Ограничения на дисертационния труд

От проведения анализ авторът стига до извода, че във всяка страна моделът на балансиране е повлиян от развитието на електроенергийната мрежа в исторически и географски принцип и използването на финансовия стимул за по-точно балансиране на ЕЕС.

Ограниченията, съпътстващи разработването на дисертационния труд са свързани с липсата на достъпна експертна информация по темата, тъй като всяка страна определя доколко и по какъв начин ще оповести публично детайлна информация за начина, по който се извършва конкретния модел на балансиране, особено що се отнася до финансовото балансиране. Публикуването на такъв вид информация се възприема като споделяне на търговска тайна и разкриване на конкурентно предимство. Точно поради тази причина не могат да бъдат посочени и анализирани добри европейски практики за прилагането на конкретни принципи и методи за разпределение на небалансите.

На ниво държавна политика и регулации, липсват основни разписани принципи и методика, които координатора на балансиращата група да може да следва при разпределението на енергийните небаланси между членовете в групата и с които да се съобразява.

Това от своя страна провокира дисертантът да разработи методи за оптимално разпределение на енергийните небаланси в балансираща група.

7. Структура на дисертационния труд

Въведение

Първа глава: Балансиращ електроенергиен пазар (ЕЕП) – състояние и развитие

- 1.1. Същност и състояние на ЕЕП. Видове пазарни модели;
- 1.2. Състояние и развитие на балансиращия електроенергиен пазар в страните от Европейския съюз;
 - 1.2.1. Отделяне на дейностите на пренос и достъп;
 - 1.2.2. Модел на балансиране - физическо балансиране на електроенергийната система и финансово балансиране при балансиращи групи;
 - 1.2.3. Концентрация на пазара;
 - 1.2.4. Степен на либерализация на пазара;
 - 1.2.5. Организиран пазар, пазарно и ценово обединение;
- 1.3. Изводи от глава първа.

Втора глава: Състояние и развитие на балансиращия електроенергиен пазар в България

- 2.1. Либерализиран електроенергиен пазар в България ;
- 2.2. Структура на пазара на ЕЕ;
- 2.3. Балансиране на българския към европейския електроенергиен пазар. Балансиращ пазар и балансиращи групи;
- 2.4. Формиране на цените на ЕЕ в балансираща група;
- 2.5. Критичен анализ на българския балансиращ пазар ;
- 2.6. Изводи от глава втора;
- 2.7. Основни задачи на дисертационния труд.

Трета глава: Разработване и оценка на методи за разпределение на енергийните небаланси в балансиращи групи

- 3.1. Разработване на методи за разпределение на енергийните небаланси в балансиращи групи;
 - 3.1.1. Метод на равно разпределение на небалансите;
 - 3.1.2. Метод според тежестта на небалансите;
 - 3.1.3. Метод според тежестта на потребеното количество ЕЕ;
 - 3.1.4. Метод с вътрешна референтна цена;
 - 3.1.5. Метод с разпределение на спестения финансов ресурс;
- 3.2. Оценка на приложимостта на методите и критерии за избор на метод;
- 3.3. Изводи и заключения от трета глава.

Четвърта глава: Апробиране на разработените методи

- 4.1. Общи положения;
- 4.2. Обект на апробацията;
- 4.3. Апробация на методите за управление на балансираща група;
 - 4.3.1. Метод на равно разпределение на небалансите;
 - 4.3.2. Метод според тежестта на небалансите;
 - 4.3.3. Метод според тежестта на потребеното количество ЕЕ;
 - 4.3.4. Метод с вътрешна референтна цена;
 - 4.3.5. Метод с разпределение на спестения финансов ресурс;
- 4.4. Изводи и резултати от апробирането на разработените методи.

Приноси по дисертационния труд

Списък на публикациите

Речник на основните понятия

Използвана литература

Приложения

II. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Първа глава

Балансиращ електроенергиен пазар (ЕЕП) – състояние и развитие

1.1. Същност и състояние на ЕЕП. Видове пазарни модели.

В тази част на дисертацията се разглежда същността, състоянието и развитието на балансиращия електроенергиен пазар (ЕЕП) и преминаването му през различни пазарни модели при либерализиране на пазара на електрическа енергия (ЕЕ).

Подробно са разгледани различните видове пазарни модели, със своите предимства и недостатъци, като на тази база се обяснява логичния избор за българския електроенергиен пазар да се приложи модела „много пазари“, който към момента е на етап ден-напред графици и обединение на пазарните участници в балансиращи групи.

В страните от ЕС, САЩ, Канада и у нас са налице различни пазарни модели при либерализиране на пазара на ЕЕ, които са в различен етап на реализация, а именно модел „Единствен купувач“, модел „Задължително обединение“, модел „Двустранни договори с балансиращ пазар“ и модел „Много пазари“.

Моделът „Много пазари“ е един от най-често срещаните пазарни модели в страните, където е налице или се стартира либерализиран пазар на ЕЕ. Той обединява форуърдния пазар за следващия ден, управляван от Енергийна борса, пазар в реално време и възможността за физически или финансов двустранен договор.

1.2. Състояние и развитие на балансиращия електроенергиен пазар в страните от Европейския съюз

В тази част на дисертационния труд се анализира състоянието и развитието на балансиращия електроенергиен пазар в страните от Европейския съюз на база няколко основни според автора показатели, по които се оценява поведението и значението за всяка една от страните, а именно **отделяне на дейностите на достъп и пренос; концентрация на пазара; степен на либерализация на пазара; организиран пазар, пазарно и ценово обединение; модел на балансиране** – физическо и финансово балансиране, като е обяснено подробно какво точно представлява физическото балансиране на ЕЕС и финансовото балансиране при балансиращите групи, съответно каква е разликата и къде се преплитат.

Моделът на балансиране и взаимната обвързаност на физическото балансиране на електроенергийната система и финансовото балансиране при балансиращите групи е част от либерализационния процес на електроенергийните пазари.

Физическото балансиране на ЕЕС най-често се определя като непрестанно уравниване на производството с потреблението на ЕЕ.

По отношение на „модела на балансиране“ във всички страни от ЕС той се осъществява чрез пулов пазар и двустранни договори. **Физическото балансиране** се осъществява от системен оператор, който балансира системата като активира или ограничава производствени мощности на база на двустранни договори. Балансиращият пазар в страните от ЕС представлява пазар на регулираща енергия. Той е различен от пазара на едро и се провежда за първичен, вторичен и третичен резерв, в т.ч. самото регулиране.

С обединението на пазарните участници в балансиращите групи се извършва така нареченото **финансово балансиране**, т.е. оптимизират се разходите за небаланси и съответно финансовия резултат на отделните участници в балансиращата група чрез използването на конкретни принципи и методи за разпределение на небалансите.

В основата на организацията на пазара в Австрия, Швейцария, Германия и България е балансиращата група (БГ), където всеки участник на пазара (производител на ЕЕ, търговец и потребител) може да се присъедини към БГ. Чрез комбиниране на няколко участници на пазара (производители, потребители) в **балансиращи групи**, организирани на база пазарни принципи е възможно да се оптимизира управлението на колебанията в производството и потреблението.

От проведенения анализ авторът стига до извода, че във всяка страна моделът на балансиране е повлиян от развитието на електроенергийната мрежа в исторически и географски принцип и използването на финансовия стимул за по-точно балансиране на ЕЕС.

Като обобщение авторът на дисертационния труд е на мнение, че посоката на развитие на електроенергийния пазар в България е ясно определена и включва разширяване степента на либерализация и пазарно ориентиран модел на търговия с ЕЕ. Това ще засили ролята на отделните пазарни участници и платформите на които те ще осъществяват търговията и балансирането на ЕЕ за сметка на държавната регулация.

Втора глава

Състояние и развитие на балансиращия електроенергиен пазар в България

Във втора глава на дисертацията е направен преглед на състоянието и анализ на структурата и степента на либерализация на електроенергийния пазар в страната.

2.1. Либерализиран електроенергиен пазар в България

В тази част на дисертационния труд е представен преглед и анализ на процеса и етапите на либерализация, през които минава българския електроенергиен пазар, както и ролята и задачите на държавата и националния регулатор за достигането до пълна либерализация на електроенергийния пазар.

Участието на свободния пазар изисква изготвяне на почасови прогнози за потреблението. Тези прогнози могат да се изготвят както от самия потребител, така и от неговия доставчик (търговец на ЕЕ). Всяка неточност на прогнозата води до балансиращия пазар, където цените за недостиг са значително по-високи, респ. цените за изкупуване на излишък много по-ниски от пазарните. Ето защо, добро решение потребителите да оптимизират разходите си за ЕЕ е като се присъединят към балансиращи групи.

Балансираща група е съвкупност от търговски участници (потребители, производители, търговци), които участват общо на пазара на балансираща енергия, организиран от ЕСО ЕАД.

2.2. Структура на пазара на ЕЕ

В тази част от дисертационния труд се разглежда и анализира структурата на електроенергийния пазар в страната, както оказващите влияние върху неговото развитие институции, закони и нормативни актове.

Българският пазар на ЕЕ е организиран съгласно Закона за енергетиката (ЗЕ) и Правилата за търговия с електрическа енергия (ПТЕЕ) и е либерализиран поетапно от 1 юли 2007 г.

Според Закона за изменение и допълнение (ЗИД) на Закона за енергетиката от юли 2013 г. всеки клиент вече може да избира сам своя доставчик на ЕЕ, а всеки доставчик е в състояние да достигне до потенциалните си клиенти, като им предложи енергия на конкурентна цена. ЗИД на ЗЕ осигурява независимостта на операторите, които ще са собственици на мрежите за пренос на ЕЕ и природен газ от дейностите по производство и доставка на енергия, каквото е изискването на Третия енергиен либерализационен пакет на ЕС. Паралелно с това новите ПТЕЕ от юли 2013 г. регламентират почасовата търговия по всички сделки на пазара и търговията на електроенергийна борса.

Търговията се осъществява посредством двустранни договори, по свободно договорени цени, на пазар, организиран от ЕСО ЕАД.

Според автора създаването на законова и нормативна рамка, регламентираща почасовата търговия и търговията на електроенергийна борса ще осигури преминаването от дългосрочни договори към краткосрочни сделки и спот пазар (борсова търговия). Борсовият пазар на ЕЕ играе съществена роля в процесите на либерализация на електроенергийните пазари като отразява равновесната цена, определена като пресечна

точка между търсенето и предлагането, а това е важна стъпка към създаването на ефективно работещ либерализиран пазар на ЕЕ в страната.

2.3. Балансиране на българския към европейския електроенергиен пазар.

Балансиращ пазар и балансиращи групи.

В тази част на дисертацията се разглежда интеграцията на балансиращите пазари в един добре функциониращ, конкурентен Европейски пазар и в частност балансирането на българския към европейския електроенергиен пазар. Представя се начина по който е организиран той на местно ниво, както и взаимовръзката между физическото балансиране на ЕЕС и финансовото балансиране в балансиращата група.

В България **организирането на балансиращия пазар и балансиращите групи** започва през 2004 г. с въвеждането на модел на пазар по двустранни договори и балансиращ пазар, напълно регулиран, работещ при временни правила под организацията на ЕСО ЕАД. През 2009 г. седмичното известяване на търговски графици е заменено с дневно известяване в работни дни. През 2012 г. е въведена новата пазарна организация с обединение на участниците в балансиращи групи, а в последствие и дневното известяване на графичите, включително в неработни и празнични дни. Към 2014 г. българския електроенергиен пазар, организиран от ЕСО ЕАД, използва пазарен модел, при който сделките се осъществяват чрез двустранни договори по свободно договорени цени между производители, търговци и потребители, с помощта на ден-напред графици и балансиращи групи, като от 1 юни 2014 г. дружеството въвежда почасов пазар и балансиране по всички сделки с ЕЕ. По начина, по който работи пазара към края на 2014г., членовете на балансиращата група изпращат заявките за ЕЕ два дни предварително на КБГ, т.е. в Д-2, а Координатора изпраща агрегираната заявка към ЕСО ЕАД един ден предварително. Реалните сетълменти се изпращат от компанията в края на всеки месец, което донякъде определя самото балансиране като постфактум. **Сетълментът** представлява определен период, за който ЕСО ЕАД прилага система за индивидуално изчисляване на отклоненията на реално потребената или произведена ЕЕ от договорените количества.

Участниците на балансиращия пазар много точно трябва да планират производство и потребление, за да не реализират небаланси или да минимизират разходите за тях. Отговорността за балансиране е индивидуална за всеки търговски участник, но може да се прехвърли към лицензиран и регистриран КБГ.

Самостоятелните пазарни участници имат ползи от обединяването си в балансиращи групи, заради възможността да намалят разходите си за небаланси чрез извършване на **финансово балансиране**. При съществуващите силно санкциониращи административно-определяни цени на балансиращия пазар за недостиг и излишък ползите от такова обединяване са убедителни.

Балансиращите групи се състоят от координатор и членове и биват стандартни, специални и комбинирани балансиращи групи, които се регистрират от независимия преносен оператор и към които се прилагат еднакви принципи за балансиране.

Координатор на стандартните балансиращи групи са търговци на едро, търговци или производители, които продават на крайни потребители и са поели отговорност за техните небаланси – опериращи на свободен пазар.

Координатор на специални балансиращи групи могат да бъдат независимият преносен оператор (ЕСО ЕАД), общественият доставчик (НЕК ЕАД), крайните снабдители и операторите на електроразпределителни мрежи на ЧЕЗ, ЕВН и Енерго-Про, разпределително предприятие на тягова електрическа енергия (НКЖИ) или доставчиците от последна инстанция.

Комбинираните балансиращи групи са групи, в които участват производители на електрическа енергия от възобновяеми енергийни източници и от високоефективно комбинирано производство на топлинна и електрическа енергия. В комбинираната балансираща група могат да участват и потребители на електрическа енергия.

2.4. Формиране на цените на ЕЕ в балансираща група.

В тази част на дисертационния труд авторът представя разликата между индивидуалното балансиране и балансирането в балансираща група, съответно предимствата от участие в балансираща група, обяснявайки логиката на формиране на цената/разхода за небаланс в групата.

Индивидуалното балансиране е свързано с ангажимента на потребителите да се балансират самостоятелно, като разменят балансираща енергия на балансиращия пазар. При индивидуалното балансиране всеки потребител урежда разходите за своите небаланси директно с ЕСО ЕАД, като за него индивидуално се изготвя сетълмент, на база на който той заплаща максимален разход за небаланс.

Балансиращата група обединява няколко участника, които участват общо на балансиращия пазар, като реализираните небаланси в групата се разпределят по специално избран за групата метод за разпределение на небалансите, с помощта на който участниците в БГ реализират финансови спестявания, а КБГ извършва **финансово балансиране**.

Количества, които не се търгуват на балансиращия пазар реализират спестявания в БГ.

Разпределянето на „спестяванията“ между участниците се различава в различните БГ и е предмет на разработване и прилагане на метод на разпределяне на небалансите.

Авторът на дисертационния труд предлага някои по-основни изисквания за функциониране на една балансираща група, а именно:

- За да се сформира балансираща група е необходимо да има минимум 2 члена с подобно потребление;
- Балансиращата група трябва да има свои правила за балансиране (определят се от КБГ и се синхронизират с членовете);
- Необходимо е да има избран метод на разпределение на небалансите (определят се от КБГ и се синхронизират с членовете);
- Цените на балансиращата енергия в групата трябва да са атрактивни за участниците и доходоносни за КБГ;
- Комуникацията между участниците в групата трябва да бъде навременна и коректна.

Следва основният извод, че **липсват разписани видове методи за оптимално разпределение на енергийните небаланси в балансиращи групи**. Това дава основание да се потвърди поставената **цел на дисертацията: Разработване на методи за оптимално разпределение на енергийните небаланси в балансиращи групи на либерализиран електроенергиен пазар в България**.

Трета глава

Разработване и оценка на методи за оптимално разпределение на енергийните небаланси в балансиращи групи

3.1. Разработване на методи за разпределение на енергийните небаланси в балансиращи групи

В тази глава на дисертационния труд **авторът е разработил пет метода за оптимално разпределение на енергийните небаланси в балансираща група**, както следва:

- **Метод на равно разпределение на небалансите**, при който балансиращата енергия се разпределя по равно между членовете в БГ;
- **Метод според тежестта на небалансите**, при който балансиращата енергия се разпределя според тежестта на всеки член в БГ на база дял на реализираните от него небаланси;
- **Метод според тежестта на потребеното количество ЕЕ**, при който балансиращата енергия се разпределя според тежестта на всеки член в БГ на база потребено количество ЕЕ;
- **Метод с вътрешна референтна цена**, при който небалансите в групата се търгуват по вътрешна референтна цена, определена от КБГ;
- **Метод с разпределение на спестения финансов ресурс**, при който се изчислява реализирания финансов ефект от нетираните количества, реализирани в групата и остатъка, търгуван на балансиращия пазар.

При разработването на тези методи авторът си поставя за цел, тяхното прилагане да доведе до оптимално преразпределение на ефекта от участието в БГ между членовете.

В представените методи авторът въвежда вътрешно търговска цена /ВТЦ/:

$$ВТЦ = \frac{(ЦЕИ_{Есо} + ЦЕН_{Есо})}{2} \quad (1),$$

където $ЦЕИ_{Есо}$ е цена за енергиен излишък на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД в лева за МВтч., а $ЦЕН_{Есо}$ е цена за енергиен недостиг на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД в лева за МВтч.

Цените за излишък и недостиг на ЕЕ на балансиращия пазар се определят от ЕСО ЕАД по реда на приета от КЕВР "Методика за определяне на цени на балансираща енергия", приложение към ПТЕЕ.

Ясно е, че КБГ не може да влияе пряко върху цените за излишък и недостиг на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД, затова те се използват конкретно в разработените от автора методи за разпределение на небалансите в БГ. Използват се стойностите на цените за излишък и недостиг на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД за месец май 2014г., които са в сила преди появата на екстремните стойности. Тогава 186.31 лв. за МВтч. е струвал недостигът, а 28.80 лв. МВтч. е струвал излишъкът, или:

$$ЦЕИ_{Есо} = 28.80 \text{ лв. / МВтч.}, ЦЕН_{Есо} = 186.31 \text{ лв. / МВтч.}$$

Количество в групата, което се нетира за период t , се определя на база реализираното количество енергиен излишък /КЕИ/ и количеството енергиен недостиг /КЕН/ в групата т.е. положителната стойност и отрицателната стойност се неутрализират и в зависимост от резултата, ако е с положителен знак се получава нетиран излишък /НИ/, респ. с отрицателен знак нетиран недостиг

$$|НИ|, НИ_t = НН_t = \left| \sum КЕИ_t - \sum КЕН_t \right| \quad (2),$$

където $НИ_t$ е количеството излишък в МВт, нетирано в групата за период t ; $НН_t$ е количеството недостиг в МВт, нетирано в групата за период t ; $\sum КЕИ_t$ е сумата от количествата енергиен излишък на всички членове в групата за период t ; $\sum КЕН_t$ е сумата от количествата енергиен на всички членове в групата за период t .

3.1.1. Метод на равно разпределение на небалансите

При този метод се извършва физическо балансиране на членовете в групата. Нетираните количества се разпределят между членовете в групата по равно на база броя на членовете. Това се осъществява, като за всеки период на сетълмент всеки член получава равно количество нетиран небаланс. Количеството нетиран небаланс зависи от общия

небаланс на групата и от това, колко участника в съответния период на сетълмент са в същия небаланс. Така се формират 2 групи: група на членове в излишък, т.н. група „И“ и група на членове в недостиг, т.н. група „Н“. В тези групи всеки участник има право на равен дял от нетираните небаланси за съответния период на сетълмент.

При разработването на този метод, авторът поставя следните условия, при които се извършва разпределянето, а именно:

- Нетираните количества се разпределят на база броя на членовете в небаланс;
- При наличие на достатъчно балансираща енергия се покриват на 100% небалансите на членовете в групата;
- При недостатъчно балансираща енергия, небалансите се покриват според тежестта на небалансите на участника и се използва 100% от балансиращата енергия.
- Всеки член получава равно нетирано количество небаланс, но до размера на реално реализирания небаланс.

Нетираното количество излишък /НИ/ за участник i за период t се изчислява:

$$НИ_t^i = \frac{НИ_t}{бр.членове^И} \quad (3),$$

където $НИ_t$ е нетираното количество излишък на група „И“, т.е. групата на членове в излишък; $бр.членове^И$ са броя на членовете в група „И“.

Нетираното количество недостиг /НН/ за член i за период t се изчислява:

$$НН_t^i = \frac{НН_t}{бр.членове^Н} \quad (4),$$

където $НН_t$ е нетираното количество недостиг на група „Н“, т.е. групата на членове в недостиг; $бр.членове^Н$ са броя на членовете в група „Н“.

Приходът от енергийния излишък /ПЕИ/ за член i за период t се изчислява:

$$ПЕИ_t^i = \sum_t НИ_t^i \times ВТЦ_t + \sum_t КЕИесо_t^i \times ЦЕИесо_t \quad (5),$$

където $НИ_t^i$ е нетираното количество излишък на участник i за период t ; $ВТЦ_t$ е вътрешно търговската цена за период t ; $КЕИесо_t^i$ е количество енергиен излишък за участник i за период t , което отива на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД; $ЦЕИесо_t$ е цената за излишък на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД за период t .

$$КЕИесо_t^i = КЕИ_t^i - НИ_t^i \quad (6),$$

където $КЕИ_t^i$ е количеството енергиен излишък на участник i за период t ; $НИ_t^i$ е нетираното количество излишък на участник i за период t /

Разходът за недостиг се изчислява по формулата:

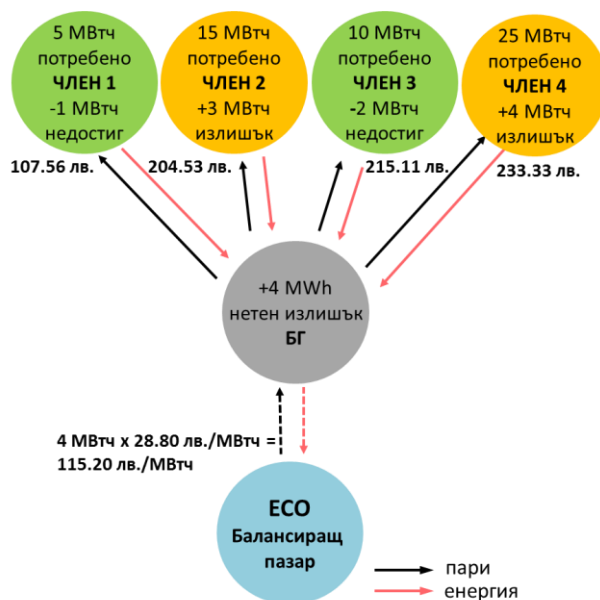
$$PEH\delta z_t^i = \sum_t HH_t^i \times BTЦ_t + \sum_t KEHeco_t^i \times CEHeco_t \quad (7),$$

където HH_t^i е нетираното количество недостиг на участник i за период t ; $BTЦ_t$ е вътрешно търговската цена за период t ; $KEHeco_t^i$ е количество енергиен недостиг за участник i за период t , което отива на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД;

$$KEHeco_t^i = KEH_t^i - HH_t^i \quad (8),$$

където KEH_t^i е количеството енергиен недостиг на участник i за период t ; HH_t^i е нетираното количество недостиг на участник i за период t

За разглежданата примерна БГ може да се обобщи, че реализира общо излишък от 7 МВт и недостиг от 3 МВт. Количество в групата, което се нетира е 3 МВт, а количеството, което остава да бъде реализирано на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД е 4 МВт излишък. т.е. налице е ситуация на излишък в групата.



Фиг. 1. Метод на равно разпределение на небалансите

Финансовият резултат за членовете в групата се изчислява при следните параметри:

$$BTЦ^{h_i} = \frac{(CEIeco^{h_i} + CEHeco^{h_i})}{2} = \frac{(28.80 + 186.31)}{2} = 107.56 \text{ лв. / МВтч.}$$

Приходът от излишък за член 2 и член 4 се изчислява съответно:

$$ПЕИ_t^{чл.2} = \sum_t HH_t^{чл.2} \times BTЦ_t + \sum_t KEIeco_t^{чл.2} \times CEIeco_t = 1.5 \times 107.56 + 1.5 \times 28.80 = 204.53 \text{ лв.}$$

Това е приходът от реализирания излишък на член 2, като участник в БГ.

Ако член 2 не беше избрал да участва в БГ, то приходът му от реализирания излишък на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД щеше да е 86.40 лв. или с 137% по-малко.

$$ПЕИ_t^{чл.4} = \sum_t HH_t^{чл.4} \times ВТЦ_t + \sum_t КЕИесo_t^{чл.4} \times ЦЕИесo_t = 1.5 \times 107.56 + 2.5 \times 28.80 = 233.33 \text{ лв.}$$

Това е приходът от реализирания излишък на член 4, като участник в БГ.

Ако член 4 не беше избрал да участва в БГ, то приходът му от реализирания излишък на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД щеше да е 115.20 лв. или с 103% по-малко.

Тъй като недостигите в групата изцяло се нетират, разходът за недостиг за член 1 и член 3 се изчислява само по вътрешно търговската цена, съответно:

$$РЕН_t^{чл.1} = \sum_t HH_t^{чл.1} \times ВТЦ_t = 1 \times 107.56 = 107.56 \text{ лв.}$$

е разходът за недостиг на член 1, като участник в БГ.

Ако член 1 не беше избрал да участва в БГ, то разходът му за закупуване на недостига на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД щеше да е 186.31 лв. или с 42% повече.

$$РЕН_t^{чл.3} = \sum_t HH_t^{чл.3} \times ВТЦ_t = 2 \times 107.56 = 215.11 \text{ лв.}$$

е разходът за недостиг на член 3, като участник в БГ.

Ако член 3 не беше избрал да участва в БГ, то разходът му за закупуване на недостига на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД щеше да е 372.62 лв. или с 42% повече.

3.1.2. Метод според тежестта на небалансите

Методът се характеризира с това, че се извършва физическо балансиране на членовете в групата. Нетираните количества се разпределят между членовете в групата на база реализираните от тях небаланси, съответно излишък или недостиг.

Това се осъществява, като за всеки период на сетълмент, всеки участник има тежест на небалансите си за излишък или недостиг. Тази тежест се определя от големината на небаланса на участника в общия небаланс на групата и от това, колко члена на групата са в същия небаланс в съответния период на сетълмент. Така се формират 2 групи, съответно група на членове в излишък „И“ и група на членове в недостиг „Н“. В тези групи всеки участник има тежест на реализирания небаланс. На база на тези тежести небалансите за съответния период на сетълмент се разпределят между членовете.

При разработването на този метод, авторът му поставя следните условия, при които се извършва разпределянето, а именно:

- Изчисляване тежестта на участниците според реализирания небаланс;
- Разпределение на нетираните количества на база тежестта на небаланса;
- При наличие на достатъчно балансираща енергия се покриват на 100% небалансите на членовете в групата;
- При недостатъчно балансираща енергия, небалансите се покриват според тежестта на небалансите на участника и се използва 100% от балансиращата енергия.

- За определяне на тежестта на всеки участник се изчислява коефициент за излишък KI_t^i , т.е. коефициент на тежест на излишъка на член i за период t и коефициент на недостиг KH_t^i , т.е. коефициент на тежест на недостига на член i за период t

$$KI_t^i = \frac{\sum_t KEI_t^i}{\sum_t KEI\delta_t}, \quad (9),$$

където KEI_t^i , е количеството енергиен излишък на член i за период t , а $KEI\delta_t$ е количеството енергиен излишък на БГ за период t .

Нетираното количество излишък за участник i за период t се изчислява:

$$HI_t^i = HI_t \times KI_t^i \quad (10),$$

където HI_t е нетираното количество енергиен излишък за цялата група, а KI_t^i е коефициент за излишъка на член i за период t

Коефициентът за недостиг се изчислява по формулата:

$$KH_t^i = \frac{\sum_t KEN_t^i}{\sum_t KEN\delta_t}, \quad (11),$$

където KEN_t^i е количеството енергиен недостиг на член i за период t , а $KEN\delta_t$ е количеството енергиен недостиг на БГ за период t .

Нетираното количество недостиг за участник i за период t се изчислява:

$$HN_t^i = HN_t \times KH_t^i \quad (12),$$

където HN_t е нетираното количество енергиен недостиг за цялата група, а KH_t^i е коефициент за недостиг на член i за период t

Финансовият резултат за всеки член се изчислява по отделно за приход от енергийните излишъци и разход за енергийните недостиги.

Приходът от енергийните излишъци за всеки член се изчислява по формулата:

$$PEI_t^i = \sum_t HI_t^i \times VTЦ_t + \sum_t KEI\delta_t^i \times CEI\delta_t \quad (13),$$

където HI_t^i е нетираното количество излишък на участник i за период t ; $VTЦ_t$ е вътрешно търговската цена за период t ; $KEI\delta_t^i$ е количество енергиен излишък за участник i за период t , което отива на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД; $CEI\delta_t$ е цената за излишък на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД за период t .

$$KEI\delta_t^i = KEI_t^i - HI_t^i \quad (14),$$

където:

KEH_t^i е количеството енергиен излишък на участник i за период t

HH_t^i е нетираното количество излишък на участник i за период t

Разходът за енергиен недостиг се изчислява по формулата:

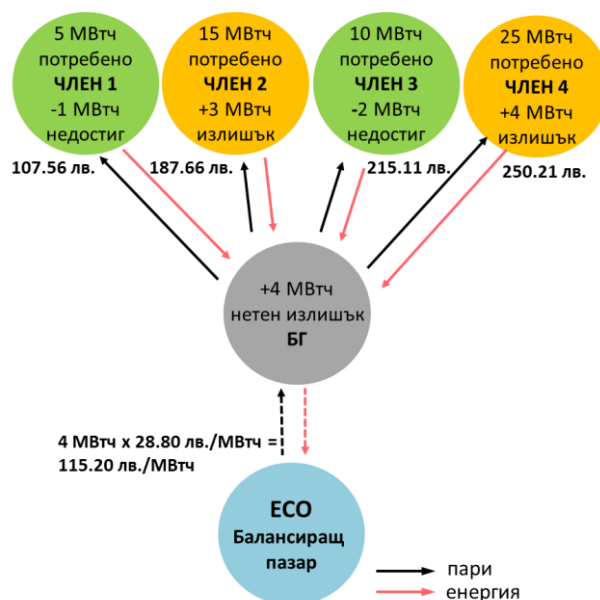
$$PEH\delta_t^i = \sum_t HH_t^i \times BTЦ_t + \sum_t KEHeco_t^i \times ЦЕНeco_t \quad (15),$$

където: HH_t^i е нетираното количество недостиг на участник i за период t ; $BTЦ_t$ е вътрешно търговската цена за период t ; $KEHeco_t^i$ е количество енергиен недостиг за участник i за период t , което отива на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД;

$$KEHeco_t^i = KEH_t^i - HH_t^i \quad (16),$$

където: KEH_t^i е количеството енергиен недостиг на участник i за период t ; HH_t^i е нетираното количество недостиг на участник i за период t

За разглежданата примерна БГ може да се обобщи, че реализира общо излишък от 7 МВт и недостиг от 3 МВт. Количество в групата, което се нетира, т.е. положителната стойност и отрицателната стойност се неутрализират взаимно е 3 МВт, а количеството, което остава да бъде реализирано на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД е 4 МВт излишък. т.е. налице е ситуация на излишък в групата.



Фиг. 2. Метод според тежестта на небалансите

Тъй като целия недостиг е нетиран се разглежда разпределението на излишъка. Коефициентите за излишък съответно за член 2 и член 4 се изчисляват:

$$KI_t^{чл.2} = \frac{\sum_t KEI_t^{чл.2}}{\sum_t KEI\delta z_t} = \frac{3}{7} = 0.43 \text{ и } KI_t^{чл.4} = \frac{\sum_t KEI_t^{чл.4}}{\sum_t KEI\delta z_t} = \frac{4}{7} = 0.57$$

Тези стойности показват, че член 2 има 43% дял от общо количество небаланс на групата „И“, а член 4 има 57%.

Нетираното количество енергиен излишък съответно за член 2 и член 4 се изчислява, като:

$$HI_t^{чл.2} = HI_t \times KI_t^{чл.2} = 3 \times 0.429 = 1.29 \text{ MBтч.}$$

$$HI_t^{чл.4} = HI_t \times KI_t^{чл.4} = 3 \times 0.571 = 1.71 \text{ MBтч.}$$

Финансовият резултат за членовете в групата се изчислява при :

$$BTЦ^{h_i} = \frac{(CEI\text{есо}^{h_i} + CEH\text{есо}^{h_i})}{2} = \frac{(28.80 + 186.31)}{2} = 107.56 \text{ лв./ MBтч.}$$

Приходът от излишък за член 2 и член 4 се изчислява съответно:

$$PEI_t^{чл.2} = \sum_t HI_t^{чл.2} \times BTЦ_t + \sum_t KEI\text{есо}_t^{чл.2} \times CEI\text{есо}_t = 1.29 \times 107.56 + 1.71 \times 28.80 = 187.66 \text{ лв.}$$

Това е приходът от реализирания излишък на член 2, като участник в БГ.

Ако член 2 не беше избрал да участва в БГ, то приходът му от реализиран излишък на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД щеше да е 86.40 лв. или с 117% по-малко.

$$PEI_t^{чл.4} = \sum_t HI_t^{чл.4} \times BTЦ_t + \sum_t KEI\text{есо}_t^{чл.4} \times CEI\text{есо}_t = 1.71 \times 107.56 + 2.286 \times 28.80 = 250.21 \text{ лв.}$$

Това е приходът от реализирания излишък на член 4, като участник в БГ.

Ако член 4 не беше избрал да участва в БГ, то приходът му от реализирания излишък на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД щеше да е 115.20 лв. или с 117% по-малко.

Тъй като недостигите в групата изцяло се нетират, разходът за недостиг за член 1 и член 3 се изчислява само по вътрешно търговската цена, съответно:

$$PEH_t^{чл.1} = \sum_t HH_t^{чл.1} \times BTЦ_t = 1 \times 107.56 = 107.56 \text{ лв. е разходът за недостиг на член 1, като участник в БГ.}$$

Ако член 1 не беше избрал да участва в БГ, то разходът му за закупуване на недостига на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД щеше да е 186.31 лв. или с 42% повече.

$$PEH_t^{чл.3} = \sum_t HH_t^{чл.3} \times BTЦ_t = 2 \times 107.56 = 215.11 \text{ лв. е разходът за недостиг на член 4, като участник в БГ.}$$

Ако член 3 не беше избрал да участва в БГ, то разходът му за закупуване на недостига на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД щеше да е 186.31 лв. или с 42% повече.

3.1.3. Метод според тежестта на потребеното количество ЕЕ

Методът се характеризира с това, че се извършва физическо балансиране на членовете в групата. Нетираните количества се разпределят между участниците на база на

потребеното от тях количество. Това се осъществява, като за всеки период на сетълмент, всеки член има своя тежест. Тази тежест се определя от размера на количеството потребена ЕЕ от участника и от това, колко участника в съответния период на сетълмент са в същия небаланс. Така се формират 2 групи: група на членове в излишък, т.е. група „И“ и група на членове в недостиг, т.е. група „Н“. В тези групи всеки участник има тежест. На база на тези тежести се разпределят небалансите между участниците за съответния период на сетълмент.

При разработването на този метод, авторът поставя следните условия, при които се извършва разпределянето, а именно:

- Тежестта на членовете в групата се изчислява според потребените количества;
- Разпределение на нетираните количества на база тежестта на членовете в групата;
- При наличие на достатъчно балансираща енергия се покриват на 100% небалансите на членовете в групата;
- При недостатъчно балансираща енергия, небалансите се покриват според тежестта на участника и се използва 100% от балансиращата енергия.

За определяне на тежестта на всеки участник се изчислява K_t^i , коефициент на тежест на член i за период t , съответно за групите „И“ и „Н“:

$$K_t^{iH} = \frac{\sum_t KPE_t^{iH}}{\sum_t KPE\delta z_t^{iH}} \quad (17),$$

където KPE_t^{iH} е количеството потребена енергия на член i за период t от групата „И“ с излишък, а $KPE\delta z_t^{iH}$ е количеството потребена енергия за период t на членовете от група „И“ с излишък в БГ

$$K_t^{iH} = \frac{\sum_t KPE_t^{iH}}{\sum_t KPE\delta z_t^{iH}} \quad (18),$$

където KPE_t^{iH} е количеството потребена енергия на член i за период t от групата „Н“ с недостиг, а $KPE\delta z_t^{iH}$ е количеството потребена енергия за период t на членовете от група „Н“ с недостиг в БГ

Нетираното количество излишък или недостиг за участник i за период t се изчислява по формулата съответно:

$$HH_t^i = HH_t \times K_t^{iH} \quad (19)$$

$$HH_t^i = HH_t \times K_t^{iH} \quad (20),$$

където $НИ_t$, респ. $НН_t$ е нетираното количество ЕЕ за цялата група, а финансовият резултат за всеки член се изчислява по отделно за прихода от излишъците и разхода за недостигите.

Приходът от енергийния излишък за всеки член се изчислява по формулата:

$$ПЕИ_t^i = \sum_t НИ_t^i \times ВТЦ_t + \sum_t КЕИесо_t^i \times ЦЕИесо_t \quad (21),$$

където: $НИ_t^i$ е нетираното количество излишък на участник i за период t ; $ВТЦ_t$ е вътрешно търговската цена за период t ; $КЕИесо_t^i$ е количество енергиен излишък за участник i за период t , което отива на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД; $ЦЕИесо_t$ е цената за излишък на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД за период t .

$$КЕИесо_t^i = КЕИ_t^i - НИ_t^i \quad (22),$$

където: $КЕИ_t^i$ е количеството енергиен излишък на участник i за период t ; $НИ_t^i$ е нетираното количество излишък на участник i за период t

Разходът за енергиен недостиг се изчислява по формулата:

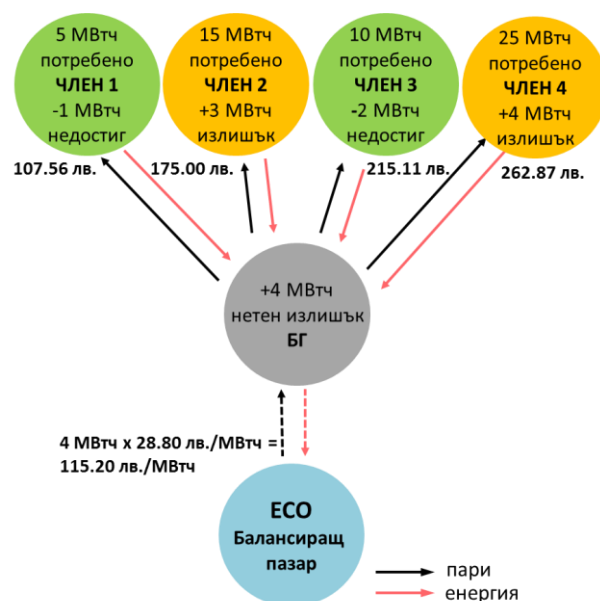
$$РЕН_t^i = \sum_t НН_t^i \times ВТЦ_t + \sum_t КЕНесо_t^i \times ЦЕНесо_t \quad (23),$$

където $НН_t^i$ е нетираното количество недостиг на участник i за период t ; $ВТЦ_t$ е вътрешно търговската цена за период t ; $КЕНесо_t^i$ е количество енергиен недостиг за участник i за период t , което отива на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД;

$$КЕНесо_t^i = КЕН_t^i - НН_t^i \quad (24),$$

където: $КЕН_t^i$ е количеството енергиен недостиг на участник i за период t ; $НН_t^i$ е нетираното количество недостиг на участник i за период t

За разглежданата примерна БГ може да се обобщи, че реализира общо излишък от 7 МВт и недостиг от 3 МВт. Количество в групата, което се нетира, т.е. положителната стойност и отрицателната стойност се неутрализират взаимно е 3 МВт, а количеството, което остава да бъде реализирано на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД е 4 МВт излишък. т.е. налице е ситуация на излишък в групата.



Фиг. 3. Метод според тежестта на потребеното количество ЕЕ

Тъй като целия недостиг е нетиран се разглежда разпределението на излишъка.

Коефициентите за излишък съответно за член 2 и член 4 се изчисляват, като:

$$K_t^{чл.2} = \frac{\sum_t KPE_t^{чл.2}}{\sum_t KPE_{бг}^{II}} = \frac{15}{40} = 0.375 \quad \text{и} \quad K_t^{чл.4} = \frac{\sum_t KPE_t^{чл.4}}{\sum_t KPE_{бг}^{II}} = \frac{25}{40} = 0.625$$

Тези стойности показват, че член 2 има 38% дял от общо потребеното количество на групата „И“, а член 4 има 62%.

Нетираното количество излишък съответно за член 2 и член 4 се изчислява като:

$$НИ_t^{чл.2} = НИ_t \times K_t^{чл.2} = 3 \times 0.375 = 1.125 \text{ MВтч. се нетират от общото количество}$$

$$НИ_t^{чл.4} = НИ_t \times K_t^{чл.4} = 3 \times 0.625 = 1.875 \text{ MВтч. се нетират от общото количество}$$

Финансовият резултат за членовете в групата се изчислява при:

$$ВТЦ^{h_i} = \frac{(ЦЕИ_{есо}^{h_i} + ЦЕН_{есо}^{h_i})}{2} = \frac{(28.80 + 186.31)}{2} = 107.56 \text{ лв./ MВтч.}$$

Приходът от излишъка за член 2 и член 4 се изчислява съответно:

$$ПЕИ_t^{чл.2} = \sum_t НИ_t^{чл.2} \times ВТЦ_t + \sum_t КЕИ_{есо}^{чл.2} \times ЦЕИ_{есо}_t = 1.125 \times 107.56 + 1.875 \times 28.80 = 175.00 \text{ лв.}$$

Това е приходът от реализирания излишък на член 2, като участник в БГ.

Ако член 2 не беше избрал да участва в БГ, то приходът му от реализиран излишък на балансиращ пазар на ЕСО ЕАД щеше да е 86.40 лв. или с 103% по-малко.

$$ПЕИ_t^{чл.4} = \sum_t НИ_t^{чл.4} \times ВТЦ_t + \sum_t КЕИ_{есо}^{чл.4} \times ЦЕИ_{есо}_t = 1.875 \times 107.56 + 2.125 \times 28.80 = 262.87 \text{ лв.}$$

Това е приходът от реализирания излишък на член 4, като участник в БГ.

Ако член 4 не беше избрал да участва в БГ, то приходът му от реализирания излишък на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД щеше да е 115.20 лв. или с 128% по-малко.

Тъй като недостигите в групата изцяло се нетират, разходът за недостиг за член 1 и член 3 се изчислява само по вътрешно търговската цена, съответно:

$PEH_t^{чл.1} = \sum_t HH_t^{чл.1} \times BTЦ_t = 1 \times 107.56 = 107.56 \text{ лв.}$ е разходът за недостиг на член 1, като участник в БГ.

Ако член 1 не беше избрал да участва в БГ, то разходът му за закупуване на недостига на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД щеше да е 186.31 лв. или с 42% повече.

$PEH_t^{чл.3} = \sum_t HH_t^{чл.3} \times BTЦ_t = 2 \times 107.56 = 215.11 \text{ лв.}$ е разходът за недостиг на член 4, като участник в БГ.

Ако член 4 не беше избрал да участва в БГ, то разходът му за закупуване на недостига на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД щеше да е 186.31 лв. или с 42% повече.

3.1.4. Метод с вътрешна референтна цена

Това е метод, при който не се извършва физическо балансиране на членовете в групата. Небалансите в групата се търгуват по вътрешна референтна цена за излишък и недостиг, определена от КБГ. В периода на сепълмент всеки член на групата заплаща реализирания излишък и/или недостиг по тази вътрешна референтна цена.

При разработването на метода авторът приема условието, че вътрешната референтна цена за излишък и недостиг е еднаква за всички членове в групата.

Вътрешната референтна цена за излишък ($BЦЕИ_{ref_t}$), по която КБГ заплаща излишъка на всеки член на групата се изчислява по следната формула:

$$BЦЕИ_{ref_t} = \frac{HH_t \times BTЦ_t + \sum KEI_{есо_t} \times ЦЕИ_{есо_t}}{\sum KEI_t} \quad (25),$$

където: $BЦЕИ_{ref_t}$ е вътрешната референтна цена за излишък за период t ; HH_t е количеството излишък в МВт, нетирано в групата за период t и съответно:

$$HH_t = \left| \sum KEI_t - \sum KEN_t \right| \quad (26),$$

$\sum KEI_t$ е сумата от количествата енергиен излишък на всички членове в групата за период t ; $\sum KEN_t$ е сумата от количествата енергиен недостиг на всички членове в групата за период t . $BTЦ_t$ е вътрешно търговската цена за период t ;

$KEI_{есо_t}$ е количеството енергиен излишък общо за БГ за период t , което отива на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД; $ЦЕИ_{есо_t}$ е цената за излишък на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД за период t .

Вътрешната референтна цена за недостиг ($BЦЕН_{реф_t}$), по която КБГ заплаща излишъка на всеки член на групата се изчислява по следната формула:

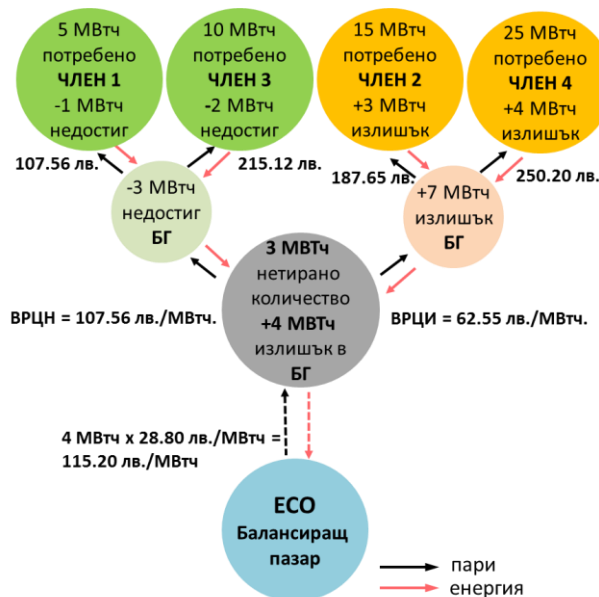
$$BЦЕН_{реф_t} = \frac{HH_t \times BTЦ_t + \sum KEH_{есо_t} \times ЦЕН_{есо_t}}{\sum KEH_t} \quad (27),$$

където: HH_t е количеството недостиг в МВт, нетирано в групата за период t и съответно:

$$HH_t = HI_t = \left| \sum KEI_t - \sum KEH_t \right| \quad (28),$$

$BTЦ_t$ е вътрешно търговската цена за период t; $KEH_{есо_t}$ е количеството енергиен излишък общо за БГ за период t, което отива на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД; $ЦЕН_{есо_t}$ е цената за излишък на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД за период t.

За разглежданата примерна БГ може да се обобщи, че реализира общо излишък от 7 МВтч. и недостиг от 3 МВтч. Количеството в групата, което се нетира, т.е. положителната стойност и отрицателната стойност се неутрализират взаимно е 3 МВт, а количеството, което остава да бъде реализирано на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД е 4 МВт излишък. т.е. налице е ситуация на излишък в групата.



Фиг. 4. Метод на вътрешна референтна цена

Финансовият резултат за членовете в групата се изчислява при следните параметри:

$$BTЦ_t = \frac{(ЦЕИ_{есо_t} + ЦЕН_{есо_t})}{2} = \frac{(28.80 + 186.31)}{2} = 107.56 \text{ лв./МВтч.}$$

За да може да се изчисли ефекта от участието в БГ за всеки един от членовете е необходимо за се изчисли вътрешната референтна цена за излишък и недостиг.

Вътрешната референтна цена за излишък се изчислява като:

$$BCEH_{ref_t} = \frac{HH_t \times BTQ_t + \sum KEH_{eco_t} \times CEH_{eco_t}}{\sum KEH_t} = \frac{3 \times 107.56 + 4 \times 28.80}{7} = 62.55 \text{ лв. / MBтч.}$$

Вътрешната референтна цена за излишък се изчислява като:

$$BCEH_{ref_t} = \frac{HH_t \times BTQ_t + \sum KEH_{eco_t} \times CEH_{eco_t}}{|\sum KEH_t|} = \frac{3 \times 107.56 + 0 \times 186.31}{3} = 107.56 \text{ лв. / MBтч.}$$

Тъй като цялото количество енергиен недостиг е нетирано, то вътрешната $BCEH_{ref_t}$ е равна на BTQ_t .

В конкретния случай член 1 е реализирал 1 MBтч. недостиг, който ще трябва да заплати по $BCEH_{ref_t}$ или 107.56 лв./MBтч. Ако член 1 не беше избрал да участва в БГ, то той щеше да заплати за този 1 MBтч. цената за недостиг на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД от 186.31 лв./MBтч., която е с 78.75 лв. повече.(или с 73% повече).

Член 3 е реализирал 2 MBтч. недостиг, който ще трябва да заплати по $BCEH_{ref_t}$ от 107.56 лв./MBтч. или 215.12 лв. Ако член 3 не беше избрал да участва в БГ, то той щеше да заплати за тези 2 MBтч. 372.62 лв., което е с 157.50 лв. повече.(или с 73% повече).

Член 2 е реализирал 3 MBтч. излишък, които КБГ му ги заплаща на $BCEH_{ref_t}$ от 62.55 лв./MBтч. или 187.65 лв. Ако не беше избрал да участва в БГ, то той щеше да получи за тези 3 MBтч. 86.40 лв. от балансиращия пазар, което е с 101.25 лв. по-малко.(или с 54% по-малко).

Член 4 е реализирал 4 MBтч. излишък, които КБГ му ги заплаща на $BCEH_{ref_t}$ от 62.55 лв./MBтч. или 250.20 лв. Ако не беше избрал да участва в БГ, то той щеше да получи за тези 4 MBтч. 115.20 лв. от балансиращия пазар, което е с 135 лв. по-малко. (или с 54% по-малко). В така представения метод периодът t може да съвпада с периода на сетълмент. Тогава за периода на сетълмент вътрешната референтна цена е статична.

За да бъде по-прецизен в изчисленията и за да мотивира участниците да са по-прецизни в планирането на почасовите товарови графици, КБГ може да изчислява референтна цена за излишък и недостиг на всеки час а не само за периода на сетълмент. (който към януари 2015 г. е с продължителност 1 календарен месец)

В този случай периода t е равен на 1ч. и референтната цена се променя според него. Тази референтна цена се нарича от автора динамична вътрешна референтна цена.

3.1.5. Метод с разпределение на спестения финансов ресурс

При този метод не се извършва физическо балансиране. В часа на сетълмент се извършва нетиране на небалансите, като между всички членове на балансиращата група се разпределя премия. Премията се явява спестения ресурс от нетирането в групата.

Сумата на спестения ресурс се дели на количеството небаланс и се получава премия за 1 МВт балансираща енергия (излишък, респ. недостиг). Премията се разпределя между участниците в зависимост от индивидуалния им небаланс, като има премия за излишък и недостиг.

Крайната цена на балансиращата енергия за всеки участник се формира като за членовете с излишък премията се добави към цената за излишък на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД, респ. за членовете с недостиг премията се изважда от цената за недостиг на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД.

Този метод осигурява равна като стойност за всички участници премия за излишък и недостиг в лева за 1 МВтч. като по този начин се характеризира с висока прозрачност и справедливост при разпределение на небалансите в групата.

Авторът на метода изчислява премия за излишък ПИ за периода t в лева за МВтч, като

$$ПИ_t = \frac{ПЕИбг_t - ПЕИесо_t}{\sum KEI_t} \quad (29),$$

където: $ПЕИбг$ е приход енергиен излишък от БГ; $ПЕИесо$ е приход енергиен излишък от ЕСО ЕАД; $ПЕИбг$ се изчислява по следната формула:

$$ПЕИбг_t = \sum_t НИ_t \times ВТЦ_t + \sum_t KEI_{есо_t} \times ЦЕИ_{есо_t} \quad (30)$$

$ПЕИесо$ се изчислява по следната формула:

$$ПЕИ_{есо_t} = \sum_t KEI_t \times ЦЕИ_{есо_t} \quad (31)$$

Премията за енергиен недостиг се изчислява по следната формула:

$$ПН_t = \frac{РЕНбг_t - РЕНесо_t}{\sum KEN_t} \quad (32),$$

където $РЕНбг$ е разход за енергиен недостиг на БГ

$РЕНесо$ е разход за енергиен недостиг към ЕСО ЕАД

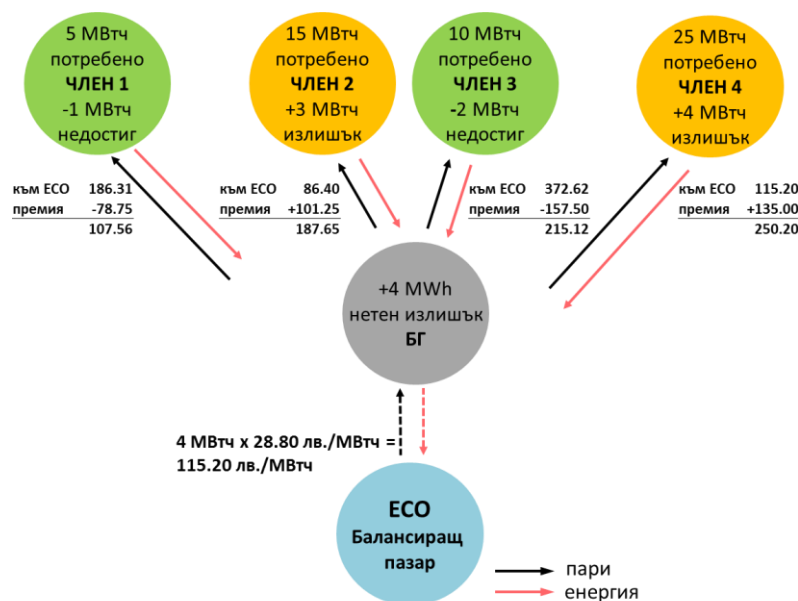
$РЕНбг$ се изчислява по следната формула:

$$РЕНбг_t = \sum_t НН_t \times ВТЦ_t + \sum_t KEN_{есо_t} \times ЦЕН_{есо_t} \quad (33)$$

$РЕНесо$ се изчислява по следната формула:

$$РЕН_{есо_t} = \sum_t KEN_t \times ЦЕН_{есо_t} \quad (34)$$

За разглежданата примерна БГ може да се обобщи, че реализира общо излишък от 7 МВтч. и недостиг от 3 МВтч. Количеството в групата, което се нетира, т.е. положителната стойност и отрицателната стойност се неутрализират взаимно е 3 МВт, а количеството, което остава да бъде реализирано на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД е 4 МВт излишък. т.е. налице е ситуация на излишък в групата.



Фиг. 5. Метод с разпределение на спестения финансов ресурс

Финансовият резултат за членовете в групата се изчислява при следните параметри:

$$ВТЦ_t = \frac{(ЦЕИ_{есо_t} + ЦЕН_{есо_t})}{2} = \frac{(28.80 + 186.31)}{2} = 107.56 \text{ лв./МВтч.}$$

$$ПЕИбг_t = \sum_t НИ_t \times ВТЦ_t + \sum_t КЕИ_{есо_t} \times ЦЕИ_{есо_t} = 3 \times 107.56 + 4 \times 28.80 = 437.88 \text{ лв.}$$

$$ПЕИ_{есо_t} = \sum_t КЕИ_t \times ЦЕИ_{есо_t} = 7 \times 28.80 = 201.60 \text{ лв.}$$

$$ПН_t = \frac{ПЕИбг_t - ПЕИ_{есо_t}}{\sum_t КЕИ_t} = \frac{437.88 - 201.60}{7} = 33.75 \text{ лв./МВтч.}$$

Премията, за всеки МВтч. излишък е в размер на 33.75 лв.

$$РЕНбг_t = \sum_t НН_t \times ВТЦ_t + \sum_t КЕН_{есо_t} \times ЦЕН_{есо_t} = 3 \times 107.56 + 0 \times 186.31 = 322.68 \text{ лв.}$$

$$РЕН_{есо_t} = \sum_t КЕН_t \times ЦЕН_{есо_t} = 3 \times 186.31 = 558.93 \text{ лв.}$$

$$ПН_t = \frac{РЕНбг_t - РЕН_{есо_t}}{\sum_t КЕН_t} = \frac{322.68 - 558.93}{3} = -78.75 \text{ лв./МВтч.}$$

Премията за всеки МВтч. недостиг е в размер на 78.75 лв.

В разглеждания пример член 1 е реализирал 1 МВтч. недостиг, който ще трябва да заплати на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД на цена 186.31 лв./МВтч. Като участник в БГ той получава премия за недостиг в размер на 78.75 лв./МВтч., като по този начин крайната цена за недостиг, която плаща е 107.56 лв. (или с 42% по-малко).

Член 2 е реализирал 3 МВтч. излишък, за които ще трябва да получи от балансиращия пазар на ЕСО ЕАД по 28.80 лв. за всеки МВтч. или за трите МВтч. излишък получава 86.40 лв. Като участник в БГ той получава премия за излишък в размер на 33.75

лв./МВтч. или общо 101.25 лв. По този начин крайната цена за трите МВтч. излишък, която получава е 187.65 лв. (117% повече)

Член 3 е реализирал 2 МВтч. недостиг, които ще трябва да заплати на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД на цена 186.31 лв./МВтч. или 372.62 лв. за двата МВтч. недостиг. Като участник в БГ той получава премия за недостиг в размер на 78.75 лв. /МВтч. или 157.50 лв. за двата МВтч. недостиг. По този начин, крайната цена, която член 3 заплаща е в размер на 215.12 лв. (или с 42% по-малко).

Член 4 е реализирал 4 МВтч. излишък, за които ще трябва да получи от балансиращия пазар на ЕСО ЕАД по 28.80 лв. за всеки МВтч. или за четирите МВтч. излишък получава 115.20 лв. Като участник в БГ той получава премия за излишък в размер на 33.75 лв./МВтч. или общо 135 лв. По този начин крайната цена за четирите МВтч. излишък, която получава е 250.20 лв. (117% повече)

3.2. Оценка на приложимостта на методите и критерии за избор на метод

Ефективността на всеки метод зависи от тежестта на всеки от факторите, оказващи влияние върху балансиращата група.

Основните фактори, които според автора оказват влияние върху работата на КБГ и БГ са както следва:

- **Брой и големина на участниците**

Колкото са повече на брой участниците, с толкова повече се увеличава вероятността за нетиране на по-голяма част от небалансите.

- **Товарови профили на участниците в групата**

Комбинирането на участници с един и същ профил би създавало липса на възможност за балансиране, като в този случай точността на прогнозата се явява ключов критерии за ефективността на методите за балансиране. При групи с допълващи се профили може да се използват най-опростени методи, без да се налага например допълнителен ангажимент от координатора.

- **Прозрачност и разбираемост на методиката за балансиране**

Методът трябва да отразява всички фактори, влияещи върху ефективността на групата и да еволюира заедно с нуждите и промените в групата, напр. при промяна в броя на членовете, при промяна в профила на потребление, промяна в пазарната ситуация и др.

- **Администриране на метода**

Всеки метод на разпределение на небалансите трябва да позволява практическо приложение. Много пъти теоретично конструирани методи могат да не проработят в практиката поради невъзможността им за техническо изпълнение. Не всеки координатор разполага с ресурса да създаде и поддържа подходящ софтуер.

- **Справедливо разпределение на небалансите**

Методът за балансиране трябва да гарантира справедливо разпределение на небалансите, така че всеки участник да се чувства пълноправен член на групата. За да постигне това координаторът трябва да избере и „продаде“ разбираем за участниците в групата метод, гарантиращ им максимална полза от участието им.

- **Устойчивост и предвидимост на резултатите**

Всеки метод на разпределение на небалансите трябва да гарантира относително стабилни резултати за продължителен период от време и да не налага често адаптиране от страна на КБГ поради промени в различни фактори. За оценка на методите, представени в изследването, авторът на дисертационния труд създава оценъчна матрица. Тя включва оценка по отделните критерии, коригирана с теглото на всеки критерии.

На база гореизброените фактори могат да се изведат следните критерии:

- Зависимост от брой участници
- Зависимост от търгувани количества
- Зависимост от товаровия профил
- Прозрачен за участниците метод
- Администриране на метода
- Справедливост
- Устойчивост

Тези критерии са изведени от автора на база на принципите за разпределение на небалансите. С тяхна помощ е направена оценка на ефективността на всеки метод.

Ефективността на представените методи е оценена и обобщена от автора на база експертна оценка на седем произволни участника в БГ. Направена е числена оценка като са използвани бални скали. Всеки от критериите може да получи еднакъв максимален брой точки по линейна скала от 1 до 10, като при 1 има най-слабо покритие на критерия, съответно най-пълно съответствие при 10. Тъй като всеки критерии има различна важност при приложението на всеки от методите, авторът поставя оценка за тежест (ранг на критерия) под формата на относителни тегла. Теглата отразяват степента на влияние на критерия в общата оценка на метода. На база на анализа на факторите и резултатите от теоретичното изследване показателите могат да бъдат подредени в определена последователност.

Разпределението на теглата е субективно на база влияние на всеки един от факторите върху работата на БГ.

Най-голямо влияние оказва критерият устойчивост, затова той получава най-висока тежест от 25%, последван от справедливост и разбираемост на метода с 18%. Администрирането на метода и зависимост от товаровия профил са с равна тежест от 15%. Прозрачността и разбираемостта на метода е с тежест 12%, а зависимост от брой участници и зависимост от търгувани количества са съответно с 8% и 7%.

На база оценките и теглата на критериите се изчислява коефициент (средно аритметична претеглена стойност от оценките и теглата на критериите), като:

$$K_{оц.} = \frac{\sum_{k=1}^n O * T}{\sum_{k=1}^n T}, \quad (35)$$

където $K_{оц.}$ е оценъчния коефициент; n е броя на критериите; O е оценката за съответния критерии; T е теглото на съответния критерии

Прилагайки оценъчната матрица се получават следните резултати за метода на равно разпределение между участниците, представени в таблица 1:

Табл. 1. Метод на равно разпределение между участниците

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Оценка	Тежест
Зависимост от брой участници	■	■	■	■	■						4	8.0%
Зависимост от търгувани количества	■	■	■	■	■						5	7.0%
Зависимост от товаровия профил	■	■	■	■	■						5	15.0%
Прозрачен за участниците метод	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	10	12.0%
Администриране на метода	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	10	15.0%
Справедливост	■										1	18.0%
Устойчивост	■										1	25.0%
												100.0%
Оценъчен коефициент											4.55	

В таблица 2 са представени следните резултати за метода според тежестта на небалансите:

Табл. 2. Метод според тежестта на небалансите

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Оценка	Тежест
Зависимост от брой участници	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	10	8.0%
Зависимост от търгувани количества	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	10	7.0%
Зависимост от товаровия профил	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	8	15.0%
Прозрачен за участниците метод	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	8	12.0%
Администриране на метода	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	4	15.0%
Справедливост	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	10	18.0%
Устойчивост	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	6	25.0%
												100.0%
Оценъчен коефициент											7.56	

Прилагайки оценъчната матрица се получават следните резултати за метода според тежестта на потребеното количество ЕЕ, представени в таблица 3:

Табл. 3. Метод според тежестта на потребеното количество ЕЕ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Оценка	Тежест
Зависимост от брой участници	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	8	8.0%
Зависимост от търгувани количества	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	3	7.0%
Зависимост от товаровия профил	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	1	15.0%
Прозрачен за участниците метод	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	5	12.0%
Администриране на метода	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	5	15.0%
Справедливост	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	2	18.0%
Устойчивост	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	7	25.0%
												100.0%
Оценъчен коефициент											4.46	

Резултатите за метода с вътрешна референтна цена са представени в табл. 4.

Табл. 4. Метод с вътрешна референтна цена

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Оценка	Тежест
Зависимост от брой участници											10	8.0%
Зависимост от търгувани количества											10	7.0%
Зависимост от товаровия профил											7	15.0%
Прозрачен за участниците метод											9	12.0%
Администриране на метода											8	15.0%
Справедливост											9	18.0%
Устойчивост											9	25.0%
												100.0%
Оценъчен коефициент											8.7	

Прилагайки оценъчната матрица се получават следните резултати за метода с разпределение на спестения финансов ресурс, представени в следващата таблица:

Табл. 5. Метод с разпределение на спестения финансов ресурс

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Оценка	Тежест
Зависимост от брой участници											10	8.0%
Зависимост от търгувани количества											10	7.0%
Зависимост от товаровия профил											7	15.0%
Прозрачен за участниците метод											6	12.0%
Администриране на метода											4	15.0%
Справедливост											8	18.0%
Устойчивост											10	25.0%
												100.0%
Оценъчен коефициент											7.81	

Авторът може да обобщи, че от така направения анализ с най-висок оценъчен коефициент от 8.7 е методът с вътрешна референтна цена, следван плътно от метода с разпределение на спестения финансов ресурс с коефициент от 7.81 и метода според тежестта на небалансите с коефициент от 7.56. Това са методите с оценки над средата по оценъчната скала и са относително близки по резултат в рамките на точка и половина разлика. Под средата на скалата на оценъчната таблица остават съответно с 4.55 методът на равно разпределение на небалансите и с 4.46 методът според тежестта на потребеното количество ЕЕ.

3.3. Изводи и заключения от трета глава

Разработените от автора методи предлагат различни решения за разпределяне на небалансите в БГ. При първите три метода – на равно разпределение на небалансите, според тежестта на небалансите и според тежестта на потребеното количество ЕЕ, се извършва физическо балансиране, на база на което се изчислява финансовия резултат от нетирането. При останалите два - метод на вътрешна референтна цена и метод с разпределение на спестения финансов ресурс се разпределя само финансовия резултат от участието в БГ.

Всеки от разработените от автора на дисертационния труд методи може да бъде използван от КБГ при определени условия, обобщени в приложената таблица.

Табл. 6. Обобщение на методите за управление на балансиращи групи

Метод	Обобщение
Метод на равно разпределение на небалансите	Този метод е подходящ за балансиращи групи с голям брой членове, които са относително сходни като размер на потребление и са с допълващи се (противоположни) товарови профили.
Метод според тежестта на небалансите	Този метод е подходящ за балансиращи групи, чиито членове имат проблеми с точността на планиране и имат сходни профили на потребление.
Метод според тежестта на потребеното количество ЕЕ	Този метод е подходящ за балансиращи групи, чиито членове са малко на брой и потребяват сходно количество ЕЕ.
Метод с вътрешна референтна цена	Универсален за използване метод, който се прилага в случаите, когато КБГ няма достатъчно информация за енергийното потребление и точността на планиране на членовете. Подходящ е за групи с много членове с разнообразно потребление.
Метод на разпределение на спестения ресурс	За разлика от останалите методи този метод изисква обмен на информация по отношение на финансовите потоци между КБГ и членовете му. Подходящ е при относително стабилни балансиращи групи с постоянни членове, които си имат взаимно доверие и са готови да споделят по межди си информация.

Четвърта глава

Апробиране на разработените методи

За целите на изследването авторът на методите разглежда реална балансираща група със седем члена с реализираното от тях потребление в рамките на 1 месец. В Приложение №2 към дисертационния труд е представена таблица с информация за договорено количество ЕЕ; реално измерено количество, енергиен излишък и количество енергиен недостиг, количества небаланси в БГ, нетирани количества в БГ и количества за балансиращ пазар на ЕСО ЕАД.

От извършената апробация и направените симулации, свързани с разработените методи за разпределение на енергийните небаланси в БГ могат да се направят следните основни изводи:

1. Разработените на теоретична основа методи за разпределение на енергийните небаланси в БГ са практически приложими за реални балансиращи групи;
2. Разработения методически подход за използване на методите за разпределение на енергийните небаланси в БГ дава възможност да се изчисли финансовия ефект от участието на всеки член в съответната БГ;
3. Всеки от разработените методи дава различен финансов резултат за участниците в апробираната БГ, затова е необходимо да се избере най-подходящия метод за съответната БГ.

При апробирането на разработените методи за управление на балансираща група са постигнати следните резултати:

1. Извършено е разпределение на резултата от участието в БГ между членовете ѝ;
2. Изчислен е финансовият ефект за всеки член при участието му в БГ;
3. Всички методи носят положителен финансов резултат за членовете на БГ спрямо самостоятелното балансиране на балансиращия пазар на ЕСО ЕАД;
4. При три от методите се постига еднакъв финансов резултат за членовете при разпределението на ефекта от участието им в БГ;
5. Прилагането на разработените от автора методи за управление на БГ показва изключително положителни резултати и потвърждава възможността за практическото им прилагане в реална БГ на либерализиран електроенергиен пазар в България.

Тези резултати доказват, че целта на дисертационния труд е постигната.

III. СПРАВКА ЗА НАУЧНИТЕ ПРИНОСИ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Проведено е задълбочено проучване на същността, състоянието и особеностите на балансиращия електроенергиен пазар в страните от Европейския съюз и България на база на което е направен критичен анализ на българския балансиращ пазар;
2. Извършен е преглед на същността и ролята на балансиращите групи като инструмент за оптимизиране на разходите за електроенергийно потребление и обоснована необходимостта от разработването на методи за разпределение на енергийните небаланси в БГ;
3. Разработени са 5 метода за оптимално разпределение на енергийните небаланси в БГ и е разписан методически подход за използване на методите за разпределение на енергийните небаланси в БГ, който дава възможност да се изчисли финансовия ефект от участието на всеки член в съответната БГ;
4. Направен е финансов анализ на разработените методи и е измерен финансовия ефект за всеки член на балансиращата група, на база на който се потвърждава възможността за постигане на финансово оптимизиране на разпределените небаланси в балансираща група;
5. Извършена е оценка за приложимостта на всеки метод и са определени критерии за избор на метод с на помощта на основни фактори, които според автора оказват влияние върху работата на КБГ и БГ. На база на извършената оценка авторът на дисертационния труд доказва, че всеки от разработените от методи може да бъде използван от КБГ.

IV. СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Ангелова, Й, Кулина – Радева, Г., Интегриране на българския към европейския балансиращ енергиен пазар, 10^{та} Международна научно-приложна конференция „Икономика и мениджмънт на иновациите – съвременни теории и практики“, 2-5 юли 2014 г., Варна;
2. Ангелова, Й, Кулина – Радева, Г., Разработване на модели за управление на балансиращи групи на балансиращ енергиен пазар в България, 57^{ма} Международна научна конференция, Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, 24 октомври 2014 г., София
3. Кулина – Радева, Г., Разработване на методи за управление на енергийните небаланси в балансиращи групи, сп. Индустриален мениджмънт, март 2015 г., ТУ-София
4. Кулина – Радева, Г., Разработване на динамичен метод за управление на балансираща група, 13^{та} Международна научна конференция “Мениджмънт и инженеринг’ 15”, 21-24 юни 2015 г., Созопол
5. Кулина – Радева, Г., Анализ и оценка на методи за управление на енергийните небаланси в балансиращи групи, сп. Индустриален мениджмънт, бр. 1 2015 г., ТУ-София
6. Ангелова, Й; Кулина – Радева, Г., Състояние и развитие на електроенергийния пазар в страните от Европейския съюз, 14^{та} Международна научна конференция “Мениджмънт и инженеринг’ 16”, 19-23 юни 2016 г., Созопол
7. Ангелова, Й, Кулина – Радева, Г., Разработване на икономически модел за управление на балансираща група, сп. Енергиен форум, бр. №17/18, НТСЕБ, София;

V. ABSTRACT

Bulgarian electricity market has been fully liberalized since 1 of July 2007. That means electricity consumers have a legally rights for choosing of provider and access to the network for the electricity transmission at the place of consumption. Consumers on the liberalized market need to negotiate the price of electricity alone and to plan their consumption on hourly basis. Any inaccuracy takes them on the balancing market, where prices for shortage and surplus of electricity are quite unfavorable compared to the market. Good solution for those users to optimize their electricity costs is their participation in balancing groups.

Implementation of balancing groups is one of the steps for liberalization of energy market in Bulgaria. Balancing groups participation gives possibility to consumers for costs optimization due transferring the responsibility for balancing to the Balance Group Coordinator /BGC/. BGC is required to determine the method of allocation of total imbalance between members and price of balancing energy in the group. This implies methods implementation for allocation of imbalances and choosing the most effective profile of balancing group.

The aim of the thesis is developing of **methods for optimal allocation of imbalances of electricity consumption in balancing groups**. These methods have to support BGC to bring more value to the group member by increase efficiency of financial effect allocation.

The author contribution is developing of five methods for optimal allocation of imbalances of electricity consumption in balancing groups: **Method of equal allocation of the imbalances; Method according to the weight of imbalances; Method according to the weight of consumed electricity; Method of internal reference price; Method of allocation of savings.**

The feasibility and efficiency of all five methods is proven by approbation in real balancing group, operating on Bulgarian electricity market.