



ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ –
ГАБРОВО

**Статистическа обработка на
данни от оперативната
дейност на електро-
енергийни обекти**

МОНОГРАФИЯ

Свилен Радославов Рачев



Свилен Радославов Рачев

**Статистическа обработка на
данни от оперативната
дейност на електро-
енергийни обекти**

МОНОГРАФИЯ



УНИВЕРСИТЕТСКО ИЗДАТЕЛСТВО

“ВАСИЛ АПРИЛОВ”

ГАБРОВО, 2025

© Свилен Радославов Рачев – автор, 2025

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Проф. д-р инж. Кирил Сталинов Джустров,

Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски”, София

Проф. д-р инж. Ивайло Стефанов Стоянов, Русенски университет „Ангел Кънчев”, Русе

© Университетско издателство “Васил Априлов” – Габрово, 2025

ISBN: 978-954-683-730-1

В монографията са обобщени проведените от автора изследвания от актуалната практика на функциониране на електроенергийни обекти. Извършена е статистическа обработка на данни от оперативната дейност на такива обекти. Изведени са релевантни изводи.

Цялостната насоченост е към важните понастоящем въпроси за енергийна ефективност глобално и по места.

Монографията е придружена от списък със съкращения на използвани термини и словосъчетания на кирилица и на английски език, описващи особености по тематиката.

Монографията може да бъде полезна на научни работници, преподаватели във висши училища и докторанти от всички направления за обучение и подготовка, с интереси към третираната проблематика, а също и на инженерно-техническите кадри в практиката, занимаващи се с въпроси, свързани с проектирането и експлоатацията на електроенергетиката и електрообзавеждането.

Авторът изказва благодарност на рецензентите за квалифицирания задълбочен преглед и направените ценни препоръки.

Съдържание

Приети и използвани съкращения.....	6
Въведение.....	7
1. Статистическа обработка на данни – основни положения.....	11
1.1. Общи положения.....	11
1.2. Приложение на изчислителната техника.....	14
1.3. Статистически съвкупности. Видове.....	15
1.4. Статистически единици. Признаци. Видове.....	16
1.5. Статистическо емпирично разпределение и характеристики.....	17
1.6. Статистическо изучаване и фазите му.....	18
1.7. Изисквания за събираните данни.....	19
1.8. Статистическо наблюдение.....	20
1.9. Грешки, видове грешки.....	20
1.10. Статистическо групиране.....	21
1.11. Видове групировки.....	22
1.12. Абсолютни, относителни и кумулативни честоти.....	24
1.13. Статистически редове и таблици.....	25
1.14. Средни величини.....	26
1.15. Изчисляване на средните величини – формули и означения.....	27
1.16. Измерители на разсейването.....	31
1.17. Някои съображения относно изкуствения интелект (ИИ, Artificial Intelligence – AI) и статистическата обработка на данни.....	34
2. Анализиране на данни от експлоатацията на електрически дъгови пещи.....	37
2.1. Технически съображения.....	37
2.2. Получени резултати.....	42
2.3. Заключение.....	44
3. Статистическа обработка на данни от работата на вятърна електроцентрала.....	46
3.1. Общи положения.....	46

3.2. Технически съображения.....	48
3.3. Обект на изследване.....	54
3.4. Изчислителна част за измерени електрически величини.....	56
3.5. Заключение.....	57
4. Статистическа обработка на данни от работата на фотоволтаична електроцентрала.....	60
4.1. Общи положения.....	60
4.2. Обект на изследване.....	63
4.3. Получени резултати.....	66
4.4. Заключение.....	68
5. Анализ на оперативни данни за работата на малка водно-електрическа централа.....	69
5.1. Общи положения.....	69
5.2. Технически съображения.....	74
5.3. Описание на разглежданата ВЕЦ.....	83
5.4. Получени резултати.....	90
5.5. Заключение.....	98
6. Анализ на оперативни данни за работата на мини водно-електрическа централа	100
6.1. Общи положения.....	100
6.2. Технически съображения.....	100
6.3. Изчислителна част за измерени електрически величини.....	103
6.4. Заключение.....	108
Обобщени изводи.....	109
Публикации на автора по монографията.....	110
Литература.....	111
Приложения.....	113
Благодарности.....	136

Приети и използвани съкращения

АЕЦ – атомна електрическа централа
БВП – брутен вътрешен продукт
БДС – Български държавен стандарт
ВГ – ветрогенератор
ВЕИ – възобновяеми енергийни източници
ВЕЦ – водно-електрическа централа
ВН – високо напрежение
ВР – вентилни разрядници
ВяЕЦ – вятърна електрическа централа
ГОСТ – Государственный стандарт (рус.), Държавен стандарт на Русия
ГПП – главна понижаваша подстанция
ГРП – главна разпределителна подстанция
Е – електроди
ЕД – електродържачи
ЕДП – електродъгови пещи
ЕЕС – Електроенергийна система
ЕСО – Електроенергиен системен оператор
ИИ – изкуствен интелект
ИНПЕК – Интегриран национален план „Енергетика и климат“
КМ – къса мрежа
НЕК – Национална електрическа компания
П – прекъсвач
ПАВЕЦ – помпено-акумулираща водно-електрическа централа
РМ – регулатор на мощност
РП – разпределителна подстанция
РУ – разпределителна уредба
Т – трансформатор
ТЕЦ – топло-електрическа централа
ФЕЦ – фотоволтаична електрическа централа
ЦП – цехова подстанция

AI – Artificial Intelligence, изкуствен интелект
CO₂ – carbon dioxide, въглероден диоксид (въглероден двуокис)
DIN – Deutsches Institut für Normung (нем.) – Германски институт за стандартизиране
NO_x – съкращение за азотен оксид (NO) и азотен диоксид (NO₂)
SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition, система за управление и мониторинг
SO₂ – sulfur dioxide, серен диоксид (серен двуокис)

Въведение

Съвременното общество се основава на използването на енергия във всякакви форми. При това електрическата енергия е ключова от различни аспекти – както генерирането (добиването, извличането), пренасянето и трансформирането ѝ, така и масовото ѝ използване, включително съхранение. В зависимост от различни фактори и условия тези действия се извършват в различни по големина обеми.

Налице е пряка връзка с такива теми като сигурност, уязвимост, надеждност и устойчивост на оперативната дейност на електроенергийни обекти и не на последно място актуалната енергийна ефективност. Това налага изготвянето с помощта на математическата статистика и разпространението на информация за изменението на важни величини за работата на всяко конкретно техническо решение. Това предоставя принципно нови възможности за подобряване на експлоатацията на съществуващи електроенергийни обекти и за рационално и целесъобразно реализиране на етапа на проектиране на нови такива.

Възобновяемите енергийни източници (ВЕИ) сега още нямат възможности да заменят напълно традиционните горива, но техният потенциал нараства с подобряване на технологиите за използването им. Интересът към тези енергоносители се повишава и поради факта, че днес доминира екологичният аспект при получаването, пренасянето, потреблението и съхранението на енергия. Но въпреки своите безспорни предимства те имат и недостатъци.

Предимствата са:

- минимално влияние върху изменението на климата;
- достъпност и сигурност на доставките на енергия;
- те генерират по-малко замърсяване от невъзобновяемите енергии;

- намалява се въглеродният отпечатък;
- те са по-малко засегнати от геополитически конфликти, поради експлоатацията на уникални находища в конкретни държави;
- не зависят от големи колебания в цените, поради откриване на нови находища или изчерпване на други;
- приемат се относително добре от общественото мнение;
- стимулират самопотреблението;
- могат да достигнат отдалечени места на земята;
- намалява се енергийната зависимост.

Въпреки безспорните предимства ВЕИ имат и своите недостатъци:

- влошават качеството на електроенергията в мястото на присъединяване към електрическата мрежа, като причиняват колебание на напрежението;
- имат отрицателен ефект върху устойчивостта на системата при смущения и при следаварийни режими;
- трудно могат да участват в първичното и вторичното регулиране на честотата и междусистемните обмени в електро-енергийната система (ЕЕС);
- към момента ВЕИ на средно напрежение са трудно наблюдаеми и управляеми в реално време за диспечерите на Електроенергийния системен оператор (ЕСО);
- в някои случаи изграждането им изисква голямо пространство;
- вятърните генератори (ВГ) създават аеродинамичен шум и променят електрическото поле около себе, дезориентират пчелите и птиците, което води до високата им смъртност; променят микроклимата, загрозяват пейзажа и др.
- в някои случаи не е лесно да се извърши съхранението на енергията, така че е необходимо тя да се консумира в момента;

- не всички географски ширини на планетата имат еднакви природни ресурси, за това е невъзможно всички страни да получат еднакви количества и видове енергия от ВЕИ.

Министерствата на енергетиката и на околната среда и водите предлагат за обществени консултации актуализиран Интегриран национален план „Енергетика и климат“ (ИНПЕК) през м. януари 2025, който да бъде представен пред Европейската комисия [1]. Проектът отразява по-високите цели, поставени с Европейската зелена сделка и Европейския закон за климата, Пакета „Готови за 55“, Плана REPowerEU, както и последния доклад за България в рамките на т.нар. Европейски семестър.

Документът определя националните цели по петте измерения на плана до 2030 г. – декарбонизация, енергийна ефективност, енергийна сигурност, вътрешен енергиен пазар, както и научни изследвания, иновации и конкурентоспособност. Предвидени са подходящи политики и мерки за постигане на декарбонизирана, устойчива и гъвкава енергийна система по разходоефективен начин, при отчитане на националните особености и нуждата от осигуряване на целенасочени мерки и стимули за постигане на амбициозните европейски климатични цели до 2050 г.

Стимулиране на нисковъглеродното развитие на икономиката, както и конкурентоспособна и сигурна енергетика са сред основните цели в областта на енергетиката, заложи в ИНПЕК. Планът цели също повишаване на енергийната ефективност, намаляване на въглеродните емисии и на зависимостта от внос на горива и енергия, както и гарантиране на енергия на достъпни цени за всички потребители.

До 2030 г. България следва да постигне 34.48% дял на енергията от възобновяеми източници в брутното крайно потребление на енергия, е предвидено в актуализирания ИНПЕК. За сектор електроенергия този дял е 55.51%.

В Табл. В.1 по-долу обобщено е представена прогнозата за инсталираните мощности на технологии за производство на енергия от ВЕИ в България във варианта на ИНПЕК от 2020 г.

Табл. В.1. Прогнозни инсталирани мощности на енергия от ВЕИ за Република България по вид централа, 2020-2050 г. (в МВт)*

Година	ФЕЦ	ВяЕЦ	Биомаса отпадъци	ВЕЦ (без ПАВЕЦ)
2020	1 042	699	80	2 508
2021	1 191	709	114	2 508
2022	1 339	719	149	2 508
2023	1 488	729	184	2 508
2024	1 636	739	219	2 508
2025	1 785	749	253	2 508
2026	2 071	788	263	2 508
2027	2 357	828	273	2 508
2028	2 643	868	282	2 508
2029	2 930	908	292	2 508
2030	3 216	948	302	2 508
2035	3 216	948	306	2 508
2040	3 216	1 811	309	2 508
2045	3 277	2 723	371	2 508
2050	4 555	4 500	335	2 508
Източник: Интегриран национален план „Енергетика и климат“ ИНПЕК (2020)				

** Забележка: ФЕЦ – фотоволтаична електрическа централа; ВяЕЦ – вятърна електрическа централа; ВЕЦ – водно-електрическа централа; ПАВЕЦ – помпено-акумулираща водно-електрическа централа.*

Предвижданото от България въвеждане на нови възобновяеми енергийни мощности е свързано с особености, като почти 40% от общата цел до 2050 г. за ФЕЦ и близо 50% от общата цел за вятърни централи са планирани за присъединяване към мрежата в периода 2045-2050 г.

1. Статистическа обработка на данни – основни положения

1.1. Общи положения

Теорията на вероятностите намира приложение в почти всички природни науки, в техниката и даже в други клонове на математиката. Наред с теорията на вероятностите се е развивала и родствената ѝ дисциплина – математическата статистика, която най-общо казано, е наука за масовите явления, изградени от елементи [2].

Статистиката като практика се е появила, за да отговори на определени потребности на човешкото общество. Статистиката има предистория и история, която може да се търси в дълбоката древност от развитието на човечеството. Още в древността хората са се нуждаели от определени знания, които днес се наричат статистически. Има сведения, че около 3500 години пр.н.е. в Египет е било извършвано преброяване на населението. Подобни преброявания са извършвани в Китай 2000 години пр.н.е., в Римската империя и други страни. Римският писател Публий Корнелий Тацит (или Гай) (на латински: *Publius Cornelius Tacitus, Gaius*), описвайки историята на Рим в „Аналите“ разказва, че император Октавиан Август е искал да се извършват преброявания на войниците в римската армия, на държавните доходи, на различните запаси, на богатствата, вкл. корабите и др. За да се управляват тези големи държави, централната власт се е нуждала от такава статистическа информация.

Някои учени смятат за начало на статистиката 1663 г., когато английският демограф Джон Граунт публикува книгата „Природни и политически наблюдения върху регистрите на смъртността“ (‘Natural and Political Observations upon the Bills of Mortality’). Ранните приложения на статистическото мислене са свързани с нуждите на държавното управление да базират политиката си върху демографски и икономически данни – оттук и етимологията на думата от среднолатински: *statisticum* е лекционен курс по

държавни въпроси (от stat-, подобно на state - държава, estate - земя, владение, собственост (англ.), état (фр.) - държава, от лат. status - положение, състояние.

Обхватът на дисциплината статистика се разширява в началото на XIX в., обхващайки събирането и анализа на данни като цяло. Днес статистиката е широко използвана в държавното управление, бизнеса, природните и обществените науки.

Математическите основи на статистиката са положени през XVII в. с разработването на теорията на вероятностите от Блез Паскал и Пиер дьо Ферма.

Методът на най-малките квадрати е описан за пръв път от Карл Фридрих Гаус около 1794 г. Широката употреба на компютри в наши дни дава възможност за масово приложение на статистически изчисления върху големи обеми данни и довежда до появата на нови методи, чието използване при ръчни изчисления е трудно осъществимо.

Днес статистическата наука с развитието на обществото и информатиката достига висока степен на развитие и има широко приложение в различни сфери за описване, анализ и прогнозиране на явленията и процесите в заобикалящата ни действителност.

Статистиката е математическа дисциплина, която изучава добиването на информация чрез анализ и интерпретация на емпирични данни, използвайки теорията на вероятностите. Статистическата дейност включва също планирането и организирането на събирането на данни чрез проучвания и експерименти. Статистиката възниква във връзка с нуждите на емпиричната наука и се отличава от повечето клонове на математиката по своята приложна насоченост. Статистически методи се прилагат в широк кръг области, като природните и обществени науки, държавното управление и бизнеса [3].

Една от основните подобласти на статистиката е описателната статистика, която се занимава с обобщаването на систематизирани данни. То е от особена важност при емпиричните изследвания и описването на резултати от

експерименти. Чрез методите на статистиката данните могат да бъдат анализирани, като се отчита случайността и несигурността на наблюденията, и въз основа на това да се правят изводи за съдържащи се в тях закономерности.

По-долу са дадени някои определения, специфични за математическата статистика [4].

Определение. Статистиката е наука за събиране, организация, представяне, анализ и интерпретация на данни с цел да се подпомогне вземането на решение.

Обект на всяко статистическо изследване са една или повече статистически съвкупности и съществените белези, свойства, закономерности на тяхното проявление.

Масово явление – когато в множество единични явления се повтарят определени закономерности, валидни за общността от единици като цяло.

Статистическа съвкупност – това е съвкупност от голям брой единици (случаи), които характеризират масовото явление:

Генерална съвкупност – обхваща случаи на изследваното масово явление.

Представителна съвкупност (извадка) – обхваща част от случаите на генералната съвкупност, като чрез нейните характеристики се правят изводи за характеристиките на генералната съвкупност.

Статистически признаци – изразяват свойствата (качествата, проявите и отношенията) на отделните единици на дадено явление. Най-общо статистическите признаци са качествени и количествени.

Статистически единици – това са отделните единици (случаи, представители), които образуват статистическата съвкупност. Чрез статистическа групировка отделните статистически единици се разпределят по групи, обособени въз основа на наблюдаваните признаци, характеризиращи съвкупността.

Статистически данни са събраната, организирана и анализирана информация, необходима за изследване на дадено явление. За представяне на

измерените данни (числата) от наблюденията при статистическата групировка се използват *статистически редове*. Когато при статистическата групировка са обособени интервали с долна и горна граница, статистическият ред е интервален. В статистическите таблици се нанасят статистическите редове, т.е. резултатите от групировката. В таблиците се подреждат не само статистическите данни, но и резултатите от статистическата им обработка.

Статистическите таблици се онагледяват графично чрез диаграми, където с определен мащаб се нанасят данните на признаците върху осите на подходящо избрана координатна система:

Линейни диаграми – графичният образ е линия, свързваща отделните точки, представящи данните.

Плоскостни диаграми – графичните образи са правоъгълници, триъгълници, кръгове и други.

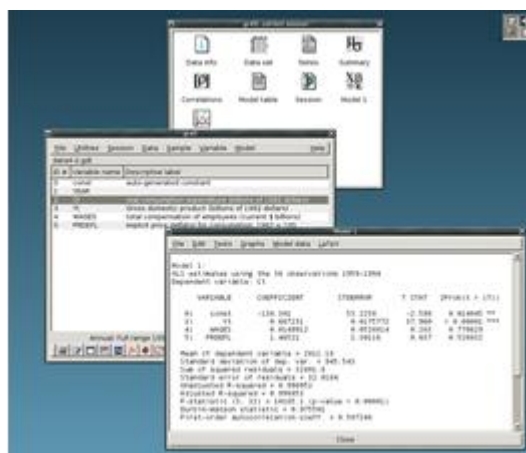
Размерът на изучаваните явления се изразява с определена честота:

Абсолютна честота – изразява броя на единиците от статистическата съвкупност, които се отличават по някакъв признак.

Относителна честота (статистическа вероятност). Според закона за големите числа, колкото е по-голям броят на изследваните единици на генералната съвкупност, толкова по-малко наблюдаваните признаци се влияят от случайни причини и относителната честота се доближава до съответната вероятност.

1.2. Приложение на изчислителната техника

Бързото и постоянно увеличаване на мощността на изчислителната техника от средата на XX в. оказва сериозно влияние върху статистическата дейност. Ранните статистически модели почти винаги са линейни, но появата на мощни компютри с подходящи процесори и алгоритми предизвиква по-силен интерес към нелинейни модели, като невронните мрежи, и довежда до появата на напълно нови методи, като обобщените линейни и йерархичните модели.



Фиг. 1.1. Екранни менюта от софтуер за статистическа обработка

Широката достъпност до относително мощни компютри увеличава популярността на тежки от изчислителна гледна точка методи, като пермутационни тестове или извадки на Гибс. Компютърната революция води и до увеличаване на значението на експерименталната и емпирична статистика.

1.3. Статистически съвкупности. Видове.

Определение. Статистическата съвкупност е множество от еднородни единици (случаи) по дефиниционни признаци, чрез които се проявява дадено масово явление, изучавано статистически в определени пространствени и времеви граници.

Статистическите съвкупности биват различни видове.

Моментни статистически съвкупности – изучаваните единици съществуват към определен момент, напр. населението на България според последното преброяване, проведено от 7 септември до 10 октомври 2021 г., е 6 519 789 души [5].

Периодични статистически съвкупности – изучаваните единици възникват към определен момент, но формират съвкупността за определен период от време, напр. произведения през 2024 г. брутен вътрешен продукт (БВП).

Общи (генерални) статистически съвкупности – обхващат всички единици на изучаваната съвкупност.

Представителни статистически съвкупности – обхващат определена част от единиците на общата (генерална) съвкупност.

Реални статистически съвкупности – обхващат действително съществуващи в определен период, място и време единици, напр. обработваемата земя в България към 01.07.2020 г. е 52 229 250 *dka* [5].

Хипотетични статистически съвкупности – безкрайна съвкупност, тя е логическа категория и има място при извадкови изучавания, напр.: потребителите на вносни стоки в България, очаквани раждания и др.

Интегрални статистически съвкупности – включват едни и същи единици за определен период от време и определено място, напр.: домакинствата в България през 2021 г., населените места в България през 2021 г.

Диференциални статистически съвкупности – включват различни единици през различни периоди, напр.: произведената продукция в България по години, сключените и разтрогнатите бракове по години и др.

1.4. Статистически единици. Признаци. Видове.

Определение. Статистическите единици са елементи (отделни случая или събития) от които се състои съвкупността. Те са еднородни, неделими и притежават определени качествени особености.

Статистическата единица може да има материален характер или да бъде събитие, факт, форма на организация. Биват прости и сложни.

Определение. Статистическите признаци са качествени особености и свойства на статистически единици.

Съществуват различни критерии за класификация на статистически признаци. Според критерия „измерване“ със съответна мерна система те биват: вариационни (метрирани) и категорийни (неметрирани).

Определение. Вариационни признаци са тези признаци, които могат да се измерят с мерни единици и да се изразят с числа, напр.: възраст, метри произведен плат, брой изделия, цена на стоки.

Определение. Категорийни признаци са тези признаци, които не могат да се измерят с мерни единици и да се изразят с числа, а се изразяват словесно (описателно), напр.: семейно положение, пол, професия, образование.

Вариационните признаци се делят от своя страна по особеностите си:

- прекъснати и непрекъснати; първични и вторични;
- постоянни и променливи; факторни и резултативни;

Прекъснатите признаци – приемат се само отделни стойности, напр. цели: брой машини, деца, градове.

Непрекъснатите признаци – приемат стойности в определен интервал, напр.: работна заплата, цена на стока, продължителност на живот и др.

Първичните признаци – непосредствено присъщи признаци, напр.: годишна печалба, цена на кредит, количество вредни вещества от източник.

Вторични признаци – не се променят във времето, напр. година на раждане.

Променливи признаци – променят се във времето, напр.: потребление на лице от домакинство, физически обмен на брутен вътрешен продукт.

Факторни признаци – играят важна роля на фактори по отношение на други признаци, напр.: материални активи, трудов стаж, инвестиции.

Резултативни признаци – взаимодействат си с други признаци – фактори, напр.: брутна добавена стойност, производителност на труда.

1.5. Статистическо емпирично разпределение и характеристики

Определение. Статистическото разпределение е обобщено подреждане по определени правила на единиците на изучаваната съвкупност според значенията на един или повече признаци. Изразява се в относителни или

абсолютни величини. Изразява връзката (закономерността) между значенията на признака и неговите честоти. Представя се таблично или графично.

Определение. Обобщаващите статистически характеристики се получават в резултат на статистически анализ и в числен израз представят общото (типичното) и закономерното за изучавания статистически признак в съвкупността.

1.6. Статистическо изучаване и фазите му

Определение. Статистическото изучаване има за обект изучаването еднородни единици по съществени признаци, проявяващи се в определени пространствени и времеви граници. То преминава по правило през три взаимносвързани фази:

1. Статистическо наблюдение;
2. Групировка на статистически сведения;
3. Статистически анализ, изводи и заключения.

За събиране в статистическо наблюдение на данни и измервателните скали, върху които се отразяват, има различни квалификации и изисквания.

Измервателни скали

В зависимост от това дали данните са вариационни или категорийни, то скалите биват съответно *силни* или *слаби*.

Силните скали са също няколко вида:

Интервални – върху тях се нанасят стойностите на данните, такива каквито са, както и нулата, която също е стойност за наличие на данни, а не за липсата им.

Такива са например – измерена температура, скорост, продължителност на живот и др. Тя позволява да се определи коя стойност е по-голяма и с колко, но не и отношение на данните в пъти.

Относителната (пропорционалната) скала е най-силната скала. Тя има

нула, която не е избрана произволно, нулата показва липсата на свойство. Например брой кредити нула значи няма кредити, брой дефекти нула – няма дефекти и др. При относителните скали се позволява действие делене и умножение за разлика от интервалните.

Слабите скали биват:

Номинална скала – тя е за категорийни признаци. Това са единиците, попаднали в дадената категория, категориите трябва да са взаимно изключващи се. Такива са, напр.: разпределение на фирми по банки, които ги обслужват; броя на редовните слушатели на различните радиостанции и др. Те позволяват само броене на единиците за всяко значение на признака и пресмятане на относителния дял, но не и други характеристики.

Ординална (рангова) скала е такава скала, при която признаците са подредени по възходящ или низходящ ред и между тях може да се установи разлика степен в дадено качество свойство на единиците. Напр., оценка за качество на даден продукт, степен на удовлетвореност от обслужване в даден хотел, класация на спортистите за спортист на годината и др. Те съдържат повече информация от номиналните скали, но разликата между отделните категории не може да бъде измерена числово.

1.7. Изисквания за събираните данни

Определение. Адекватно отразяване на статистическите данни означава, съответствието между обективните свойства на изучаваните явления и тяхното отразяване в статистически измерватели да може да се разгледа като „еднозначно“.

Точното и адекватно отразяване на данните осигурява тяхната достоверност и пригодност на метода.

Достоверни са резултатите от онези емпирични измерители, които отговарят на критериите за обективност, надеждност и валидност.

Определение. Достоверни са резултатите от измерване, ако резултатите не

зависят от субекта, който ги е извършил, т.е. при повторно измерване биха се получили същите резултати.

Определение. Обективен е този измерител, който осигурява еднозначност на резултатите.

Определение. Надежден е този измерител, който осигурява едни и същи резултати в два различни момента в достатъчно кратък интервал от време

Определение. Валидност на измерителя означава съответствие между резултата от измерването и предвиденото за измерване, което се изисква от практическата постановка на задачата.

Един измерител може да е надежден, но не достатъчно валиден, когато отразява това, което не трябва.

Според обхвата си статистическите изучавания биват:

- изчерпателни – обхващат всички единици от статистическата съвкупност;
- частични – обхващат само част от единиците от статистическата съвкупност, поради нецелесъобразност или невъзможност за изчерпателно изучаване, ограничени средства, време и др.

1.8. Статистическо наблюдение

Определение. Статистическото наблюдение е първата фаза на статистическото изучаване, при която се извършва планомерен и научнообоснован процес на събирания на сведения за отделните единици по съществени признаци на изучаваната статистическа съвкупност.

1.9. Грешки, видове грешки

Грешките при събиране на данни се наричат грешки при регистрация. Те биват два вида: *систематични* и *случайни (стохастични)*.

Систематичните грешки изкривяват истинските значения само в едната посока и оказват сериозно влияние за изкривяване на резултата само в тази

посока и води до неверни изводи. Напр., хората си завишават образованието, занижават си годините и доходите и т.н. Те могат да се дължат и на неправилно определена генерална съвкупност или извадката е правена само в част, която се различава много от цялата общност. Напр., само в големи градове се вземат доходите.

Случайните (стохастичните) грешки са такива, които са ту в едната, ту в другата посока и се компенсират при голям брой единици.

Напр., при опити с извадки всеки път се вземат различни елементи, които дават различни отклонения, но при голям брой опции и голям размер на извадката отклоненията се компенсират. Това е същността на Закона за големите числа. Той гласи изказано в разговорен език, че натрупването на голям брой случайности води до закономерност, т.е. много малки грешки в различна посока водят до компенсирането им и до истинските (верните) стойности (значения).

Грешките биват също: *съзнателни* и *несъзнателни грешки*.

Съзнателните грешки са резултат от преднамерено скриване на истината и водят до изкривена невярна информация.

Несъзнателните грешки са допуснати по невнимание, грешки от пресмятане, забравяне на факти и събития, без преднамерено премълчаване на истината.

За премахване на грешките и подобряване на организацията на наблюдението и статистическото изследване като цяло се извършват пробни (пилотни) изследвания.

1.10. Статистическо групиране

При статистическото групиране се образуват групи, в които попадат единици с еднакви или близки значения по един или повече признаци.

За извършване на групирането е необходимо да се познава същността на

изучаваното явление, неговия строеж и целта на статистическото изучаване.

Статистическото групиране има три етапа:

- определяне на групите;
- разпределяне на единиците по групи;
- преброяване на единиците в групите и записване на техния брой за всяка група.

Определяне на групите. Това е най-важният етап. Определят се признаците, по които ще се делят групите, броят на групите, ширината и границите им, когато е необходимо.

Разпределяне на единиците по групи. В зависимост от притежаваното значение всяка единица трябва да попадне точно в една група.

Преброяване на единиците в групите. Тук може да се използва както и в предния етап компютър, но за осъществяване на първия етап техниката не е достатъчна.

1.11. Видове групировки

Статистическите групировки биват прости и сложни, според това дали групировката се извършва по един или повече от един статистически признаци. Сложните групировки позволяват по-пълно да се разкрие вътрешната структура и зависимост в съвкупността.

Статистическите групировки се различават според вида на групировъчните признаци, а именно по:

- вариационни признаци;
- категорийни признаци;
- териториални признаци;
- признаци по време.

Вариационна групировка – извършва се според стойностите на вариационния признак. При голям брой значения на вариационния признак има ненужно раздробяване на съвкупността. В тези случаи се прилагат

интервалните групировки. В основата им стои съотношението между броя на групите и ширината на интервалите. Интервалното групиране се извършва на три принципа: аритметичен; геометричен; целеви.

Отличителен белег на аритметичния принцип е еднаквата ширина на груповите интервали. Ако k е броя на групите, то ширината h се получава от отношението на разликата от максималното $x_{\max}$ и минималното значение $x_{\min}$ на признака и броя на групите:

$$h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{k} \quad (1.1)$$

При съвкупности с голям обем (N) ширината на груповия интервал се определя по формулата на Стърджис:

$$h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{1 + 3.322 \lg N} \quad (1.2)$$

Аритметичният принцип има редици предимства и затова използването му е най-голямо.

Геометричният принцип – при него ширината на интервалите се изменя в геометрична прогресия; използва се, когато данните са с неравномерни стойности в широки граници. Групите са качествено нееднородни, което ограничава аналитичните му възможности.

Целевите групировки също образуват интервали с различна ширина, но единиците са по-еднородни, което съответства на вътрешния строеж на съвкупността.

Важно значение при вариационните групировки е точното разграничаване между долната и горната граница на два съседни интервала. При непрекъснатите величини обикновено важи правилото „над - до“ (отворен интервал отдолу и затворен отгоре). При непрекъснатите величини важи правилото „от - до“.

Когато крайните групи съдържат малко на брой стойности се образуват групи с отворена горна или долна граница „над“ и „до“.

Категорийна групировка – когато се извършва по признак, отразен на номиналната или ординалната скала, т.е. значенията на признака се проявяват като определение (наименования) на качествен признак и групите са естествено обусловени.

Териториална групировка се извършва по териториални деления или райони, формирани по различни принципи (административно деление, избирателен район, географска област и др.).

Групировка по време – според времето на проявяване на стойностите в различни интервали от време, те зависят от спецификацията на явленията (годишна инфлация, месечна заплата, валежите по годишни сезони, злополуките по часове от работен ден и др.).

1.12. Абсолютни, относителни и кумулативни честоти

Броят на единиците в отделните групи се нарича *абсолютна честота*, а дялът на всяка група от общата численост на съвкупността се нарича *относителен дял (относителна честота)*.

Кумулативната (натрупана) честота бива два типа: абсолютна и относителна, в зависимост от това дали се ползват абсолютните или относителни честоти.

От друга страна те биват „позитивни“, когато принципът е „отгоре-надолу“ или негативни, когато принципът е „отдолу-нагоре“. Кумулативната честота съдържа (е сума на) честотите на всички преходни групи, включително и на честотата на настоящата група, според споменатите вече принципи.

При позитивните кумулативни честоти първата кумулативна честота е равна на честотата, а последната е равна на броя на единиците в съвкупността за абсолютните и на единица при относителните такива.

При негативните кумулативни честоти последната (най-долната)

кумулятивна честота е равна на честотата, а първата (най-горната) е равна на броя на единиците в съвкупността за абсолютните и на единица при относителните такива.

1.13. Статистически редове и таблици

Статистическите редове са резултат от статистически групировки.

Статистическите редове са подредени по определени правила статистически данни. Статистическият ред изразява разпределението на единиците от изучаваната съвкупност според определенията на групировъчния признак.

Всеки статистически ред съдържа задължително елементите: заглавие; основание; членове.

Заглавието изразява съдържанието по същество, място и време на статистическа съвкупност.

Основанието на статистическия ред са групите на съответния групировъчен признак.

Членовете на статистическите редове са числовите характеристики (честотите) съответстващи на отделните групи. Могат да бъдат относителни, абсолютни или кумулативни честоти или няколко от тях.

Статистическите таблици са удобна форма за представяне на статистически данни, подредени по определени правила, т.е. на статистически редове. Статистическата таблица съдържа формални елементи, които описват макета ѝ:

- заглавие; челна колона;
- заглавен ред; клетки.

Заглавието трябва да е кратко и ясно и да не дублира заглавния ред.

Заглавният ред е първият ред на таблицата и определя смисъла на съдържащите се колони от статистическите данни.

Челната колона е първата колона и определя смисъла на статистическите

данни по редове.

Клетките на таблицата се запълват с данни, които изразяват комбинация между значенията на признаците по редове и колони на таблицата.

1.14. Средни величини

Средните величини са свързани с онези признаци и свойства на единиците от статистическата съвкупност, които са количествено измерими и варират. Те уравновесяват различията и чрез тях се определя най-често срещащото се значение на даден признак.

Средните величини разкриват общите, типичните, закономерно проявяващите свойства на съвкупността.

Съществена предпоставка за тази функция на средните величини са следните условия: еднородност на единиците по изучавания принцип; достатъчно голям брой единици от съвкупността.

Основно средните величини се делят на два типа; алгебрични и неалгебрични.

Алгебричните средни – при определянето им участват всички значения на осреднявания признак.

При неалгебричните средни – за определянето им участват само определени значения в зависимост от мястото или честотата им.

Средните се делят още на:

- претеглени и непретеглени – в зависимост от това дали са групирани или не данните, съответно.

- генерални и извадкови – в зависимост от това дали са взети генерални съвкупности или извадки от тях.

- общи и групови – в зависимост от обхвата на съвкупността, по която се изчисляват, за общите средни – цялата съвкупност, за груповите средни – значението на подсъвкупност или група от съвкупността.

1.15. Изчисляване на средните величини – формули и означения

Средни алгебрични

Средна аритметична $\bar{x}$

а) непретеглена средна аритметична (при негрупирани данни):

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (1.3)$$

б) претеглена средна аритметична (при групирани данни):

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i f_i}{\sum_{i=1}^k f_i} = \frac{x_1 f_1 + x_2 f_2 + \dots + x_k f_k}{f_1 + f_2 + \dots + f_k} \quad (1.4)$$

където:

x_i – индивидуалните значения на признака при негрупирани данни или средата на интервала при групирани данни;

f_i – броят на единиците (честотата), с която се срещат значенията на изучавания признак в i -тия интервал (група);

k – брой на интервалните поделения (на групите).

Средна хармонична $\bar{x}_h$

а) непретеглена средна хармонична (при негрупирани данни):

$$\bar{x}_h = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i}} = \frac{n}{\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \dots + \frac{1}{x_n}} \quad (1.5)$$

б) претеглена средна хармонична (при групирани данни):

$$\overline{x_h} = \frac{\sum_{i=1}^k f_i}{\sum_{i=1}^k \frac{f_i}{x_i}} = \frac{f_1 + f_2 + \dots + f_k}{\frac{f_1}{x_1} + \frac{f_2}{x_2} + \dots + \frac{f_k}{x_n}} \quad (1.6)$$

където:

$\frac{1}{x_i}$ – реципрочните стойности на изучавания вариационен признак.

Средна геометрична ($\overline{x_G}$), средногеометричен темп $\overline{T}$

а) непретеглена (при негрупирани данни):

$$\overline{x_G} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i} = \sqrt[n]{x_1 x_2 \dots x_n} \quad (1.7)$$

$$\overline{T} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n T_i} = \sqrt[n]{T_1 T_2 \dots T_n} \quad (1.8)$$

б) претеглена (при негрупирани данни):

$$\overline{x_G} = \sum f_i \sqrt[k]{\prod_{i=1}^k x_i^{f_i}} = \sum f_i \sqrt[k]{x_1^{f_1} x_2^{f_2} \dots x_n^{f_k}} \quad (1.9)$$

$$\overline{T} = \sum t_i \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n T_i^{t_i}} = \sum t_i \sqrt[n]{T_1^{t_1} T_2^{t_2} \dots T_n^{t_n}} \quad (1.10)$$

Средни неалгебрични

Медиана (средна по положение) (M_e) – разделя реда от подредени по големина единици на стойностите на признака на две части.

а) при негрупирани данни: при нечетен брой елементи ($n=2k-1$): $x_1, x_2, \dots, x_k, \dots, x_{2k-1}$; $M_e = x_k$, т.е. номерът на елементите е:

$$i_{M_e} = \frac{n+1}{2} = k \quad (1.9)$$

при четен брой елементи ($n = 2k$): $x_1, x_2, \dots, x_k, x_{k+1}, \dots, x_{2k}$;

$$M_e = \frac{x_k + x_{k+1}}{2} \quad (1.10)$$

б) при групирани данни:

$$M_e = L_{M_e} + \left(\frac{\sum f + 1}{2} - C_{M_{e-1}} \right) \frac{h}{f_{M_e}} \quad (1.11)$$

където:

L_{M_e} – долна граница на медианния интервал;

i_{M_e} – номер на медианния интервал, носител на численото значение на

медианата, където
$$i_{M_e} = \frac{\sum f + 1}{2} \quad (1.12)$$

$C_{M_{e-1}}$ – кумулативна честота в предмедианния интервал;

f_{M_e} – фактическа честота на медианния интервал;

h – ширина на интервала.

Квартили (средни по положение) (Q_i) – разделят реда от подредени по големина единици на значенията на признака на четири равни части.

$$Q_i = L_{Q_i} + \left(\frac{\sum f + 1}{4} - C_{Q_{i-1}} \right) \frac{h}{f_{Q_i}} \quad (1.13)$$

където:

L_{Q_i} – долна граница на кварталния интервал;

i – пореден номер на кварталя $i = 1, 2, 3$;

$C_{Q_{i-1}}$ – кумулативна честота в предкварталния интервал;

f_{Q_i} – фактическа честота на квантилния интервал;

h – ширина на интервала.

Персентили (средни по положение) (P_i) – разделят реда от подредени по големина единици на значенията на признака на сто равни части.

$$P_i = L_{P_i} + \left(\frac{\sum f + 1}{100} - C_{P_{i-1}} \right) \frac{h}{f_{P_i}} \quad (1.14)$$

където:

L_{P_i} – долна граница на персентилния интервал;

i – пореден номер на персентила $i = 1, 2, \dots, 99$;

$C_{P_{i-1}}$ – кумулативна честота в предперсентилния интервал;

f_{P_i} – фактическа честота на персентилния интервал;

h – ширина на интервала.

Мода (средна по честота) (M_o) – най-често появяващата се стойност на x (с най-голямата честота).

а) при негрупирани данни:

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8 \quad M_o = x_3$$

б) при групирани данни:

$$M_o = L_{M_o} + \frac{f_{M_o} - f_{M_o-1}}{2f_{M_o} - f_{M_o-1} - f_{M_o+1}} h, \quad (1.15)$$

където:

L_{M_o} – долна граница на модалния интервал;

f_{M_o} – брой елементи в модалния интервал (с най-висока честота в разпределението);

f_{M_o-1} – брой единици в предмодалния интервал;
 f_{M_o+1} – брой единици в следмодалния интервал;
 h – ширина на интервала.

1.16. Измерители на разсейването

Различията между единиците по изучавания статистически признак са обективно съществуващи и присъщи на статистическата съвкупност. Средните величини балансират (уравновесяват) индивидуалните различия между единиците по изучаваните статистически признаци и изразяват типичното най-често срещано се явление под влияние на трайно действащите фактори.

Статистическото разсейване или вариацията изразяват колебанията, различията, отклоненията между единиците по изучавания статистически признак в статистическата съвкупност.

Измерителите на различията между единиците по изучавания статистически признак характеризират в обобщен вид степента на нееднородност на статистическата съвкупност.

Средните величини на равнище и средните измерители на статистическо разсейване са основните характеристики на емпиричните статистически разпределения.

Абсолютни и относителни мерки на разсейването

Абсолютните мерки на разсейването са: размах, средноаритметична стойност, средноквадратично отклонение, квартилно отклонение и средна разлика.

Относителни мерки на разсейването са ненаименовани величини, които изразяват в проценти делът на различията от средната аритметична. Известни са като коефициенти на вариацията. Те позволяват да бъдат сравнявани разноименни статистически признаци.

Всеки измерител на разсейване може да бъде представен като абсолютна или относителна величина.

Размах – ширина на вариацията – R .

Измерва разсейването с числената разлика между крайните значения на измервания признак – максималното $x_{\max}$ и минималното значение $x_{\min}$, т.е.:

$$R = x_{\max} - x_{\min} \quad \text{– абсолютна мярка;}$$

$$V_R \% = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{\bar{x}} 100 \quad \text{– относителна мярка,} \quad (1.16)$$

където $V_R \%$ е коефициент на вариация за размаха и отразява в проценти относителния дял на размаха от средната аритметична.

Средноаритметично отклонение – δ

По-точна мярка за измерване на разсейването е от размаха. Изчисляването на абсолютната мярка на средното аритметично отклонение зависи от това групирани ли са или не данните и се изчислява чрез:

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n} \quad \text{– за негрупирани данни;} \quad (1.17)$$

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}| f_i}{\sum_{i=1}^n f_i} \quad \text{– за групирани данни;} \quad (1.18)$$

За относителната мярка:

$$V_{\delta} \% = \frac{\delta}{\bar{x}} 100 \quad \text{– относителна мярка,} \quad (1.19)$$

където $V_{\delta}\%$ е коефициент на вариация за средното аритметично отклонение и отразява в проценти относителния дял на средното аритметично отклонение от средната аритметична.

Дисперсия – σ^2

Дисперсията е точен измерител на разсейването и се основава на това, че сумата от квадратите на отклоненията на индивидуалните значения от средната аритметична стойност да е минимална, тогава:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n} = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}{n} \right) \quad \text{– за негрупирани данни; (1.20)}$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 f_i}{\sum_{i=1}^n f_i} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n f_i} \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 f_i - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i f_i \right)^2}{\sum_{i=1}^n f_i} \right) \quad \text{– за групирани данни. (1.21)}$$

При обем на съвкупността, по-малък от 30: $n = \sum_{i=1}^n f_i \leq 30$, делителят при изчисление на дисперсията е $n - 1$, респективно $\sum_{i=1}^n f_i - 1$.

Средноквадратично (стандартно) отклонение – σ

Средноквадратично (стандартно) отклонение е точен и най-често използван измерител на разсейването. Пресмята се като положителен корен квадратен от дисперсията, т.е. $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$, тогава:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} = \sqrt{\frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}{n} \right)} \quad \text{– за негрупирани данни; (1.22)}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 f_i}{\sum_{i=1}^n f_i}} = \sqrt{\frac{1}{\sum_{i=1}^n f_i} \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 f_i \right) - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}{\sum_{i=1}^n f_i}} \quad - \text{ за групирани данни.} \quad (1.23)$$

При обем на съвкупността, по-малък от 30: $n = \sum_{i=1}^n f_i \leq 30$, делителят при

изчисление на дисперсията е $n - 1$, респективно $\sum_{i=1}^n f_i - 1$.

Още една характеристика на разсейването е *средното отклонение*:

$$\frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n}$$

Средноквадратичното (стандартно) отклонение и средната аритметична стойност са основните характеристики на статистическите разпределения. Те се наричат параметри на статистическото разпределение.

Съотношения между измерителите на разсейване.

Между измервателите на разсейване са в сила следните съотношения:

$$R \geq G \geq \sigma \geq \delta \quad V_R \geq V_G \geq V_\sigma \geq V_\delta$$

1.17. Някои съображения относно изкуствения интелект (ИИ, Artificial Intelligence – AI) и статистическата обработка на данни

Изкуственият интелект (ИИ) е машина, която може да обобщи статистическа информация, но не и да замени човешкото качество, а именно правилно да преценява потребностите на човека. ИИ няма да може да замени изцяло човека като консултант в много сфери. Двамата могат да работят съвместно. ИИ може да даде информация, базови препоръки, особено за стандартни казуси, напр. сравнение на варианти, изчисления. Но не може да

вникне в мотивациите на хората и да дефинира правилно приоритетите им, които те сами често не могат да определят без съдействие отвън. Също така не може да поеме отговорност за последиците от даден избор. Затова не трябва да се говори за изместване, а за съвместна работа – където ИИ е помощник, а човекът-специалист остава координатор и стратег.

ИИ вече е част от света, особено при по-големите компании, които са интегрирали алгоритми за анализ, обработка на масиви от данни и др. ИИ може много бързо да извлече дадена информация, да анализира данни, да синтезира, което го прави добър инструмент.

Много хора се притесняват дали тяхната позиция няма да бъде изцяло заменена от технологичното решение ИИ. ИИ е по-скоро добър сътрудник на хората-специалисти, защото ускорява процеса по обработка на данни, премахва емоциите и субективизма в анализите и подготовката. Но на финалния етап решението е добре да бъде пречупено през индивидуални случай – това го прави човекът. ИИ може да помага при избора на инвестиции в дадено техническо решение, напр. изграждане на електроцентраля с газ или с ВЕИ (вятър, слънце или вода).

Не трябва да се забравя, че ИИ намира информацията от едно огромно море с данни. Тази информация трябва да се проверява, защото често е подвеждаща. Някои учени препоръчват да не се взимат решения на база данни, получени от ИИ. Паралелно винаги е нужен консултант, за да се получи допълнителна проверка на предоставената информация и дали тя съответства на поставените цели. Ползването на помощник като ИИ увеличава възможностите за добър резултат, без обаче сам по себе си да е гарант за успех. Много често ИИ може да подведе човека, например данните, които визуализира, се базират на публикувано в Интернет в непълен вариант, или дори с грешки [6].

Виртуалните машини нямат достъп до реалността и остават завинаги във виртуалната област, където истина и лъжа се смесват неразлично. Основанията за притеснения са огромни и разнопосочни. Част от хората и специалистите се отнасят към ИИ като към свръхинтелект, който има съзнание и персонални качества, има свои интереси, намерения и цели. Те или боготворят ИИ като бъдещ добър господар на човечеството, на Земята и на Вселената, или виждат в него свръхвид, който ще унищожи хората. Критиците отбелязват липсата на пряка следа към използваните милиарди източници на информация – човешки произведения – и така се получава едно масивно прикрито плагиатство. Реалната опасност е фалшивата реалност (fake reality) – фалшиви личности, фалшиви данни и дори фалшиви научни изследвания. Така се губи разликата между истина и лъжа, правда и заблуда, и дори ерозира човешкият интерес към истината. Съзнателният човешки естествен интелект, който е създал цивилизацията, това е намирането на пътя на живота през препятствията и през хаос, който заобикаля живите същества и който се създава от самия жизнен процес като жизнен продукт. ИИ остава завинаги нежив, чиста информация. Той не търси път за запазване, за оцеляване, няма цели и намерения. Той няма съзнание и личност, няма стратегии и не твори човешки смисъл. Хората създават алгоритмите му и намират смисъл в творенията му, които следват и размесват множество човешки творения [7].

2. Анализиране на данни от експлоатацията на електрически дъгови пещи [A1]

2.1. Технически съображения

Широкото приложение на електрическите пещи в индустрията е известно. Същевременно въпросите за тяхната икономическа и екологична работа са с основно значение. Целите са постигане на достатъчна производителност при рационално потребление на енергия и спазване на нормите за екологично и електрическо замърсяване.

Рационалната експлоатация на пещите с открит дъгов разряд в това число и стоманодобивните електродъгови пещи (ЕДП), техните технико-икономически показатели в голяма степен зависят от правилния избор на електрическите им параметри и режимите им на работа. Установяването на рационални или близки до тях възможни режими води до намаляване разхода на електроенергия, увеличаване на производителността на труда, подобряване на икономическите показатели на електродъговите пещи и на съответния производител. Определянето и установяването на оптималните режими за електродъговите пещи изисква познаването на работните и електрическите характеристики. Определянето и построяването на тези характеристики е свързано с електрическите параметри на електродъговите пещи.

Всичко това определя конкретната цел на този раздел – анализ на данни от работата на електрически пещи, което в крайна сметка е свързано с подобряване на оперативната работа.

Електродъговите пещи работят на принципа на използване на топлината, отделена от електрическата дъга. В електрическата дъга при сравнително малък обем могат да се съсредоточат големи мощности и да се получат много високи температури. Това е особено удобно за топене на материали и по-специално на метали.

Основните параметри на ЕДП са: мощност на печния трансформатор, максимална стойност на вторичното напрежение, съпротивление на печната верига, номинален капацитет, производителност, специфична мощност и специфичен разход на електроенергия [8].

Производителността и специфичният разход на електроенергия зависят от много фактори, като най-важният е електрическият режим на работа на пещта, респ. подаваната електрическа мощност.

Електрическият режим на работа може да бъде регулиран по два начина:

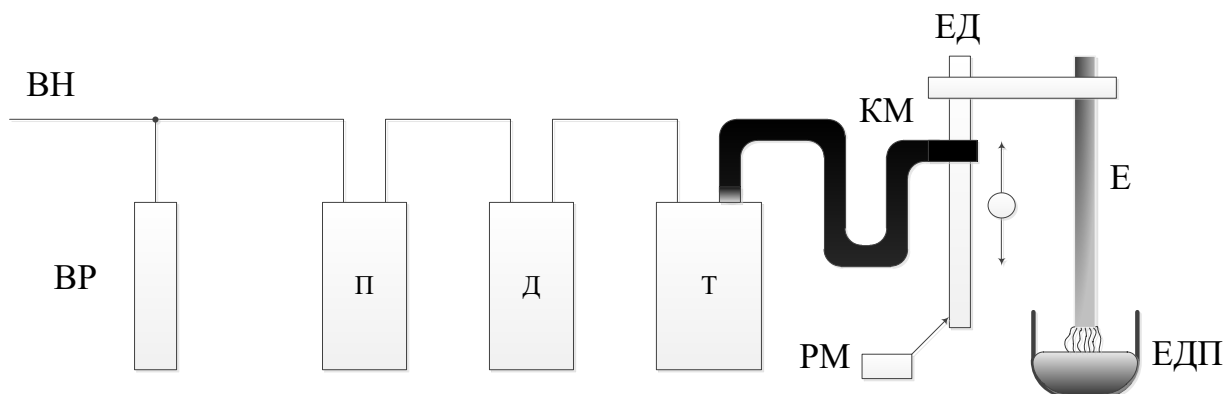
- Стъпално – чрез изменение на напрежението на пещта;
- Плавно – чрез изменение на дължината на дъгата, следователно на тока на дъгата.

При първия начин се превключват намотките на страна високо напрежение (ВН) на печния трансформатор. При втория начин мощността се регулира непрекъснато и плавно, спускайки или повдигайки електродите, обикновено автоматично, като се поддържа постоянен токът на пещта.

Наред с големите предимства на ЕДП като технологични агрегати работата им е съпроводена с редица особености и явления, които водят до отрицателно въздействие както върху самите тях, така и върху други потребители на електроенергия, намиращи се в близост. Товарите по фази са неравномерни.

Неравномерността зависи от съвършенството на конструкцията на пещта и от нестабилността на горене на електрическата дъга. Коефициентът на мощността също не е добър. ЕДП са източник на хармоници, което се обуславя от природата на самата дъга. Възможно е при изключване на ЕДП по технологични или други причини да се появят комутационни пренапрежения. Всички тези недостатъци внасят смущения в електроенергийната система (ЕЕС) [9].

На фиг. 2.1 е дадена блокова схема с последователно свързаните главни елементи на електрообзавеждането на една стоманодобивна ЕДП [8]. При другите типове ЕДП елементите са същите, но с параметри, отчитащи особеностите на работата им, съгласно изискванията на технологичния процес.



Фиг. 2.1. Блокова схема на електрообзавеждането на електродъгова пещ.

ЕДП като мощни консуматори на електроенергия се захранват с ВН от ЕЕС. По този начин може да се намали отрицателното им влияние върху другите консуматори. Стойностите на високото напрежение са 6, 10, 20 или 35 *kV*, но при свръхмощни ЕДП достигат 110 и повече *kV*.

При честите изключвания на ЕДП възникват комутационни пренапрежения. При стоманодобивни ЕДП тези изключвания са няколко десетки броя за денонощие. Защитата от пренапрежения се изпълнява от вентилни разрядници (ВР), монтирани непосредствено преди входа към електропещта. Свързването им е в звезда и триъгълник. Избират се специални за целта разрядници с по-ниска стойност за „срязване” на пренапрежението. Разрядници не се монтират, когато възникващите пренапрежения не са опасни.

На фиг. 2.1 с П е означен високоволтовият прекъсвач, предназначен за включване и изключване на пещния трансформатор при празен ход и при товар и за изключване при продължителни експлоатационни и аварийни къси съединения. Той е най-отговорното електрическо съоръжение за управление на пещта. При напрежение 35 *kV* и повече се използват въздухоструйни

прекъсвачи, издържащи голям брой включения и изключения, с много предимства пред маслените прекъсвачи. При по-ниски напрежения и малки по капацитет ЕДП се използват многообемни маслени прекъсвачи и съвсем рядко маломаслени.

Пещният трансформатор Т е най-отговорното съоръжение при една пещ. Той се отличава от един обикновен силов трансформатор по следните особености: трябва да издържа механически на непрекъснатите токови удари, възникващи при честите експлоатационни къси съединения; да издържа претоварвания за определен интервал от време; да позволява превключване (по възможност под товар) на различни степени на вторичното напрежение, броят на които достига до 27. Големите пещни трансформатори се правят с принудително охлаждане с циркулация на маслото. Пещните трансформатори имат по-големи габаритни размери и са по-тежки от обикновените при една и съща мощност.

Вторичните им намотки трябва да позволяват в зависимост от мощността протичането на десетки kA . Това означава голям коефициент на трансформация, което заедно с изискването за малко индуктивно съпротивление затруднява конструктивното изпълнение.

Участъкът на електрическата верига след трансформатора до електрода се нарича „къса мрежа" и се означава с КМ. Тя се характеризира с малка дължина и големи токове, следователно с големи сечения на проводниците. При протичането на големи променливи токове в проводниците активното им съпротивление се увеличава вследствие повърхностния (скин) ефект. Затова КМ се изпълнява от проводници с голямо сечение. Голямо значение за работата на КМ има индуктивното ѝ съпротивление, което зависи от магнитните полета, създадени от големите токове. Върху индуктивното съпротивление съществено влияние оказва ефектът „близост" – то намалява, когато близко се разположат проводниците от различни фази. Дължината на проводниците също има много

голямо значение, затова трансформаторът се разполага възможно най-близо до пещта.

Поради неравенството на взаимните индуктивности между отделните фази се появява явлението „пренос на мощност“ от едната крайна към другата крайна фаза. Мощността на дъгата на първата фаза намалява, затова тази фаза се нарича „мъртва“, а на третата се увеличава, затова се нарича „дива“. Средната фаза практически запазва мощността си. Това различие в мощностите на отделните фази води до неравномерно износване на топлинната изолация на пещта срещу съответната дъга. Най-доброто средство за борба с явлението „пренос на мощност“ е разполагането на трите фази на късата мрежа по върховете на равностраничен триъгълник, което конструктивно е сложно и понякога невъзможно.

Довеждането на тока вътре до пещта и горенето на електрическата дъга се осъществява с помощта на електродите (Е), захванати в електродържачи (ЕД). При ЕДП с пряко и косвено действие се използват преди всичко графитни електроди, отличаващи се с механична издръжливост и малко специфично съпротивление. При стоманодобивните ЕДП се използват и импрегнирани графитни електроди, които са с още по-добри качества, у нас се използват графитни електроди със защитно метално покритие, изпълнено по специална патентована наша технология. Това покритие позволява по-добре да се използват електродите и специфичният им разход за един Mg стомана намалява – $7 \div 8 \text{ g/kg}$ метал.

ЕДП имат няколко механизма с електрозадвижване. Най-важният от тях е този за вертикално преместване на електродите (за всяка фаза), свързан с регулатора на мощност (РМ) за поддържане на постоянна мощност.

За осъществяване на оптимално по избран критерий управление е необходимо да се познават електрическите характеристики на пещта. Това са зависимостите на пълната мощност S , активната мощност P , реактивната мощност Q ,

мощността на дъгата P_D , електрическите загуби $P_{ел.заг.}$, напрежението на дъгата U_D , $\cos\varphi$ (БДС IEC 60050-601:2003) и електрически к.п.д. $\eta_{ел}$ във функция от тока на дъгата I_2 [10].

С увеличаване на тока на дъгата електрическият к.п.д. $\eta_{ел}$ и коефициентът на мощност $\cos\varphi$ намаляват, а електрическите загуби, реактивната и пълна мощност растат. Общата активна мощност и мощността на дъгата в началото растат, имат максимум при работен ток I_2' , мощността на дъгата е най-голяма. Това е точката на максимална производителност на пещта. С увеличаване на работния ток електрическите загуби и реактивната мощност растат, мощността на дъгата намалява, влошават се к.п.д. и $\cos\varphi$. Режимът на работа е рационален, когато нарастването ΔP_D остава по-голямо от $\Delta P_{ел.заг.}$. Електрическите характеристики спомагат да се определи при какъв ток на дъгата се постига най-добра производителност на пещта при ниска специфична мощност, т.е. определя се режимът на максимална производителност чрез подходяща настройка на автоматичния PM [10].

Във връзка с гореизложеното интерес представлява определянето на някои статистически характеристики, свързани с работата на ЕДП.

2.2. Получени резултати

Елементи на съвкупността са т.нар. статистически единици [3]. В табличен вид в Приложение са представени част от данни, получени от измервания на определени електрически величини с електронни многофазни електромери за работата на една от четири ЕДП за период един месец, които впоследствие са систематизирани.

Данните са за конкретна фирма, произвеждаща лети изделия от сив чугун, въглеродни и легирани стомани съобразно изискванията на съответните стандарти – БДС, DIN, ГОСТ и др. или съгласно изискванията на клиента, като

такива отливки намират приложение в машиностроенето, автомобилната, химическата, минната промишленост и др.

Обработена е реална статистическа съвкупност от статистически единици, които в случая се явяват емпирични данни за активната и реактивна енергия и фактор на мощността на четири ЕДП, което позволява въз основа на анализ да се установят определени закономерности. Направените таблици, включващи в себе си изчислителни резултати, са реализирани по правилата на статистиката [4]. В табличен вид са представени т.нар. измерители на разсейването [11], съответно среден годишен товар на пещите, средноаритметична стойност, средноаритметично отклонение δ , дисперсия σ^2 и средноквадратично отклонение σ на $\cos\varphi$.

Табл. 2.1. Среден годишен товар P_{CP}

	P_{CP}, kW
Пещ 1	3398.164
Пещ 2	4250.575
Пещ 3	7522.93
Пещ 4	7396.243

Табл. 2.2. Средноаритметична стойност на $\cos\varphi$

Месец	Пещ 1	Пещ 2	Пещ 3	Пещ 4
I	0.51792800	0.242141	0.3825082	0.3817140
II	0.25666216	0.405856	0.8823432	0.2842741
III	0.56058501	0.092401	0.8592293	0.3081771
IV	0.59001820	0.006021	0.8715555	0.3429076
V	0.61500289	0.755907	0.8045680	0.8045680
VI	0.65702460	0.774847	0.8569999	0.3643593
VII	0.61520630	0.520055	0.6368514	0.3384763
VIII	0.43170900	0.586646	0.6589060	0.1560351
IX	0.21273301	0.875742	0.9240094	0.3665646
X	0.34552220	0.721920	0.8885567	0.3132156
XI	0.55455990	0.505497	0.8014897	0.3608446
XII	0.63048900	0.922526	0.6665919	0.2871813

Табл. 2.3. Средноаритметично отклонение δ на $\cos\varphi$

Месец	Пещ 1	Пещ 2	Пещ 3	Пещ 4
I	0.441285	0.165498	0.305866	0.305071
II	0.180020	0.329213	0.805701	0.207632
III	0.483943	0.015758	0.782587	0.231535
IV	0.513376	0.070620	0.794913	0.266265
V	0.538360	0.679264	0.727925	0.696814
VI	0.580382	0.698204	0.780357	0.287717
VII	0.538564	0.443412	0.560209	0.261834
VIII	0.355066	0.510003	0.582263	0.079393
IX	0.136091	0.799099	0.847367	0.289922
X	0.268880	0.645277	0.811914	0.236573
XI	0.477917	0.428854	0.724847	0.284202
XII	0.553847	0.845883	0.589949	0.210539

Табл. 2.4. Дисперсия σ^2 на $\cos\varphi$

Месец	Пещ 1	Пещ 2	Пещ 3	Пещ 4
I	0.479111	0.203324	0.343691	0.342897
II	0.217845	0.367039	0.843526	0.245457
III	0.521768	0.053584	0.820412	0.269360
IV	0.551201	0.032800	0.832738	0.304090
V	0.576185	0.717090	0.765751	0.654640
VI	0.618207	0.736030	0.818182	0.325542
VII	0.576389	0.481238	0.598034	0.299659
VIII	0.392892	0.547829	0.620089	0.117218
IX	0.173916	0.836925	0.885192	0.327747
X	0.306705	0.683103	0.849739	0.274398
XI	0.515742	0.466680	0.762672	0.322027
XII	0.591672	0.883709	0.627774	0.248364

Табл. 2.5. Средноквадратично отклонение σ на $\cos\varphi$

Месец	Пещ 1	Пещ 2	Пещ 3	Пещ 4
I	0,692178	0,450914	0,586251	0,585574
II	0,466738	0,605837	0,918437	0,495436
III	0,722335	0,231481	0,905766	0,518999
IV	0,742429	0,181108	0,912545	0,551444
V	0,759069	0,846811	0,875072	0,764961
VI	0,786261	0,857922	0,904534	0,570563
VII	0,759203	0,693713	0,773327	0,547411
VIII	0,626811	0,740154	0,787457	0,342371
IX	0,417032	0,914836	0,940846	0,572492
X	0,553809	0,826500	0,921813	0,523830
XI	0,718152	0,683139	0,873311	0,567474
XII	0,769202	0,940058	0,792322	0,498361

2.3. Заключение

По отношение на пещите като електрически консуматори е известно, че често срещано в подобен вид цехове е захранването им с отделен кабел.

Въведената преди известно време компенсация с ККУ на реактивната мощност сама по себе си не решава въпроса за нормалната експлоатация на

пещите. Наличието на капацитивна енергия при отсъствие на активна означава евентуално залепнали контакти на някой превключвател, т.к. стойностите са близки и се получават при сходни условия. Относно малките стойности на активна енергия в определени дни – това са точно загуби, тъй като не е възможен самоход на електромера. Препоръките са захранващите кабели по възможност да бъдат изключвани двустранно при неработещи пещи.

3. Статистическа обработка на данни от работата на вятърна електроцентрала [A2]

3.1. Общи положения

“Възобновяема енергия” е общото наименование на редица енергийни запаси, с които човек разполага на Земята. Историята на развитие на обществото е история на развитие на енергетиката, като първите източници на енергия за дейността на човека са именно възобновяемите източници на енергия – вятър, вода, слънце и др.

Слънцето, вятърът и водата са ВЕИ, които са навсякъде около нас. Вятърът и енергията, произвеждана от него се оказват привлекателни поради няколко причини – има го в определени зони, практически неизтощим източник на енергия е, не води до замърсяване и до климатични аномалии. Накратко, притежава качества, с които нито един от традиционните енергийни източници за производство на електричество не може да се похвали.

Идеята да се използва енергията на вятъра за производство на електрически ток с основание би могла да се разглежда като логично продължение на експлоатирането ѝ в продължение на векове за задвижване на различни съоръжения, сред които най-широка популярност несъмнено са получили вятърните мелници.

Въпреки сравнително кратката история на вятърните централи – първият съвременен ВГ е въведен в експлоатация през 80-те години на миналия век – днес ветрогенераторите са характерен елемент от пейзажа на немалко европейски страни. Свидетелство за техническото развитие на вятърните централи през годините е увеличаването със стотици пъти на изходната им мощност в сравнение с първите ветрогенератори.

Работата на ВГ е съпроводена с определени особености. Основните фактори, влияещи върху разпределението на вятърната енергия, са скоростта на вятъра, неговата посока, влиянието на топографията (напр. залив, нос, планина,

равнина) и честотата на „тихите“ периоди. Поради тази причина, преди инсталирането на ВГ, са необходими подходящи анализи, базирани на систематични наблюдения на вятъра. Енергийният потенциал на дадено място се определя в резултат на измервания на скоростта и посоката на вятъра, а измервателната кампания продължава поне една година, за да се гарантира представителност на данните.

Възможно е също така да се използва метеорологична информация от климатични станции в страната, но това обикновено се заплаща. Често се съставят числени модели и най-добрият вариант за решаване на даден проблем с помощта на триизмерен числен модел е да се използват както данни, получени от автоматични станции, така и многогодишни оценки.

Основната цел на одита на вятърната енергия е да се определят енергийните стойности на вятъра, по отношение на сила и посока, които могат да бъдат трансформирани от ВГ в някакъв вид полезна енергия, която най-често е електрическа. Този одит е от решаващо значение за всяка инвестиция във вятърна енергия. Ето защо печалбите от бизнеса с вятърна енергия не зависят само от мощността на вятърната електроцентрала, а най-вече от вятърния потенциал на конкретното място, където ще бъде инсталирана. Одитът на вятърната енергия е основата за избор на най-подходящите алтернативи за преобразуване на установения вятърен потенциал в електричество. Обикновено се търси вятърна електроцентрала, чиято електрическа ефективност е най-висока за съответните показатели за вятъра и други енергийни показатели на одитираното място.

При вече инсталирани вятърни електроцентрали е препоръчително да се извършат и съответните анализи. Както е известно и често се споменава, техническите решения имат икономически измерения. Подходящо е да се оцени производителността на отделни агрегати или група агрегати с оглед на възвръщаемостта на инвестицията.

Енергийният потенциал на вятъра е огромен. Около 1-2% от падащата на Земята слънчева енергия се превръща във вятърна. Според някои оценки актуалното енергийно потребление може да се задоволи при усвояване на ветровата енергия на височина до 80 *m* върху 20% от терените със средногодишна ветрова скорост над 6.9 *m/s*.

Темата за възобновяемата енергия попада в обсега на общественото внимание във връзка с климатичните промени в световен мащаб и колебанията в цените на конвенционалните източници на енергия, като нефт и газ

Въз основа на горенаписаното се формулира и целта на настоящия раздел, която е обработка на данни за генерирана енергия от вятърна електрическа централа.

3.2. Технически съображения

Вятърната енергия е възобновяем вид енергия и представлява кинетичната енергия на въздушните маси в атмосферата. Тя придобива една от двете форми: механична енергия (вятърът се използва за изпомпване на вода за напояване или за задвижване на вятърни генератори); електроенергия (с помощта на електрически генератори силата на вятъра може да се превърне в електричество).

Вятърната енергия е една от най-обещаващите индустрии за възобновяема енергия. Целесъобразният дизайн позволява рационално използване на силата на въздушния поток, като я използва за генериране на електричество. Освен с хоризонтална ос генераторите могат да са и с вертикална ос. Обикновено като тип генераторите са асинхронни (индукционни) – генераторът е свързан към ЕЕС и използва този източник за магнитно поле [12].

Вятърните генератори се експлоатират във всички климатични зони на земята – в морето, в близост до брега и във вътрешността на сушата. Те често са

подложени на екстремни атмосферни влияния, като например солена вода или колебания на температурата. По океанските и морските брегове ветровете са по-постоянни и там е удобно да се използва енергията на вятъра.

Въпреки непрекъснатото конструктивно усъвършенстване и сериозното развитие на техническите характеристики на вятърните турбини, принципната им конструкция е претърпяла незначителни промени през последните десетилетия. Вятърните турбини функционират на базата на насочен срещу вятъра ротор, снабден с работни лопатки. Използваните днес редуктори, които съгласуват и оптимизират честотите на въртене, съобразно техническите специфики на генераторите, са претърпели сериозно техническо развитие в сравнение с моделите, използвани през 80-те години на XX в. От друга страна все по-масово е приложението на генератори с директно задвижване, при които традиционно използваните зъбни редуктори не присъстват в конструкцията на турбината.

Основна тенденция в развитието на вятърните турбини е непрекъснато увеличаване на диаметъра на ротора. Анализът на статистическите данни показва, че с диаметъра на турбината нараства и изходната ѝ мощност. Установено е, че диаметърът или по-точно втората му степен е определящ фактор за количеството на произведената електроенергия.

Развитието на ветрогенераторите е в две насоки: усъвършенстване на ветрогенераторите и техните елементи с цел повишаване техническото ниво на централите край брега и на сушата, и развитие на централите в морето. Големите вятърни генератори в повечето случаи са обединени във вятърни паркове (вятърни електрически централи).

В България съществува потенциал за изграждане на ветрови ферми в крайбрежната ивица и в места с надморска височина над 1000 *m*. Приоритетно се използва енергията от вятъра по крайбрежието на Черно море – там средногодишната скорост на вятъра е 6 *m/s*. Много вятърни паркове са строени

на неправилно място, с неподходяща турбина и резултатите са слабо производство на електроенергия.

Основен технически проблем, свързан с оползотворяване на вятърната енергия, е непостоянството в изходната мощност на вятърните централи. Резултатите от направени анализи показват, че изменението в изходната мощност на една вятърна турбина е незначително за период от няколко минути, докато изходната мощност на голяма вятърна централа остава сравнително постоянна за часове.

Енергийният потенциал на дадено място се определя в резултат на системни измервания на скоростта и посоката на вятъра. Измервателната кампания трае минимум една година, за да се осигури представителност на данните. Използват се анемометри и се регистрират средните скорости за интервал от 10 минути. Тези данни се използват в изчислителни формули и програми за изчисляване на ветровия потенциал.

Основните параметри, чрез които може да се оцени енергийният потенциал на вятъра, са средната скорост на вятъра и плътността на енергийния поток. Факторите пък, които влияят върху разпределението на мощността на ветровата енергия, са скоростта на вятъра, неговата посока и влиянието на орографията.

При вятъра разликата между енергийния потенциал на най-ветровитото и най-тихото място може да е над 100 пъти. Тъй като енергията на вятъра се увеличава на 3-та степен с увеличаване на скоростта му, разликата между енергийния потенциал на локация със средна скорост на вятъра от 2 m/s и на такава със средна скорост 10 m/s не е 5 пъти, а 125 пъти (5 на степен 3 -та). Затова не е учудващо, че има фрапиращи разлики между ефективността на най-добрите и най-слабите вятърни паркове у нас.

За разлика от топло-електрическите централи (ТЕЦ), където може да се достигне 100% натоварване през годината (напр., мощност от 2.5 MW по 8760

часа в годината означава общо производство от 21900 MWh през годината), при вятърните централи горивото (вятърът) не може да се подава постоянно, защото това зависи от природата. Затова натоварването на вятърния генератор не може да е на 100%, а както е с българските паркове през 2013 г. само 23%, или 2023 часа на пълна мощност (всъщност ветрогенераторите са работили повече часове, но на непълна мощност, т.е. при слаб вятър).

Ключов фактор за увеличаване на относителния дял на електроенергията, произведена от вятърни централи, е ефективната интеграция на изградените мощности към електроенергийната система. Изграждането на вятърни централи е свързано с редица технически, икономически и нормативни изисквания.

Оценява се, че ВГ с мощност 600 kW , при нормални условия, спестява годишно изпускането в атмосферата на 1200 тона CO_2 в сравнение с ТЕЦ, работеща с въглища. Ветроенергетиката в Европа позволява вече да се избегнат годишни емисии на повече от 6300000 тона CO_2 , 21000 тона SO_2 и 17500 тона NO_x . Към 2040 г. тя ще позволи намаляване на емисиите на CO_2 с 11%.

Емисионните фактори на CO_2 при генерирана електроенергия от ВЕИ могат да бъдат определени чрез методиката, посочена в [13]. За изчисляване на емисионните фактори за проектни предложения, съкращаващи консумацията на електроенергия от мрежата $EF_{grid, reduced}$ се прилага зависимостта:

$$EF_{grid, reduced} = \frac{EF_{grid, produced}}{1 - \sum P_{losses}}, \quad (3.1)$$

където: $\sum P_{losses}$ – сумарни загуби в мрежата; $EF_{grid, produced}$ – емисионен фактор, който се използва при изчисляване на емисиите за проектни предложения, които доставят допълнителна електроенергия в мрежата.

При оценка на ветровия потенциал се дефинира т.нар. плътност на вятърната енергия (wind power density) P_W , $[W/m^2]$ която дава разполагаемата мощност на вятъра, пресичащ единица повърхност:

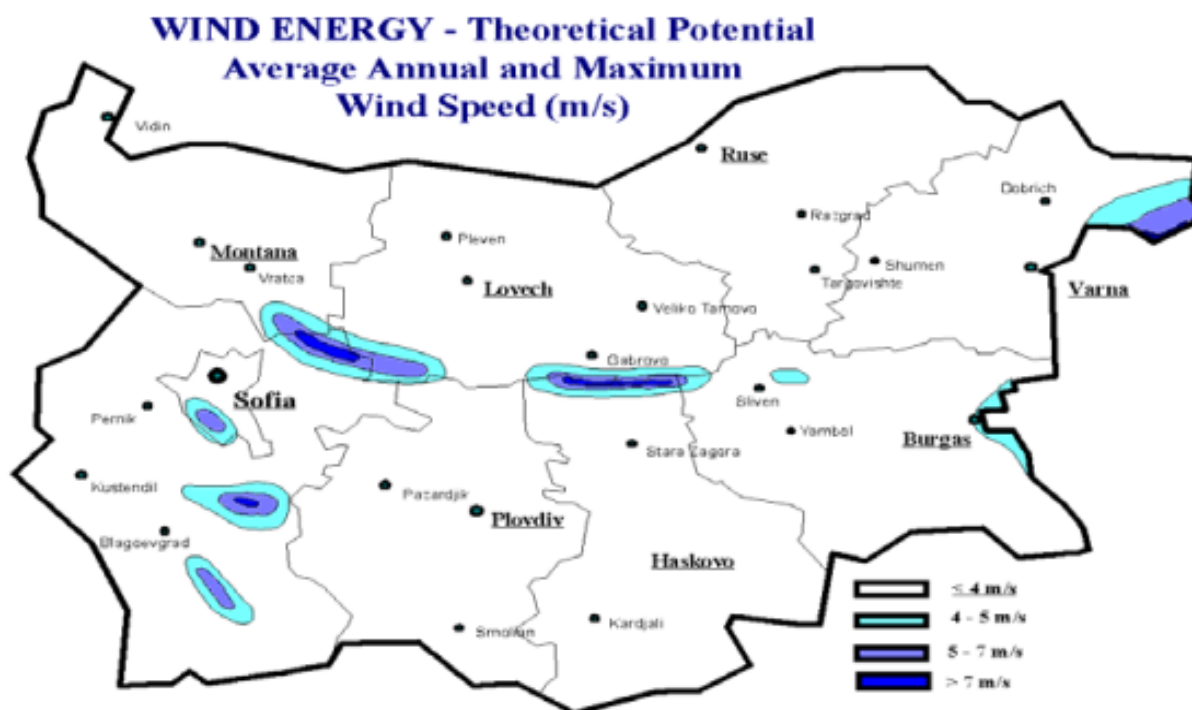
$$P_W = 0.5 \rho V^3, \quad (3.2)$$

където: ρ – плътност на въздуха, $[kg/m^3]$;

V – хоризонтална компонента на скоростта на вятъра $[m/s]$.

В действителност наблюденията върху работата на намиращи се в експлоатация вятърни генератори показва, че отдаваната от тях мощност е до седем пъти по-малка от инсталираната такава, т.е. се оказва, че те са преоразмерени. Това несъответствие до голяма степен се дължи на непълноценния предварителен одит на вятъра. От съществено значение е отчитането на влиянието на релефа и ландшафта на конкретното място върху турбуленцията, изменението на плътността на въздуха от температурата и начина на обработка на данните от измерванията на скоростта на вятъра. От голямо значение за точността при определяне на предполагаемата мощност на ВГ е, да се вземе под внимание факта, че всички параметри на турбините се дават от производителя за стандартни атмосферни условия: температура на въздуха $15^\circ C$, атмосферно налягане на морското равнище и влажност на въздуха 75%. Ето защо е необходимо стандартните данни да се преизчисляват за всяко конкретно одитирано място.

Съществуват 119 метеорологични станции в България, които регистрират скоростта и посоката на вятъра. Енергийният потенциал на вятърната енергия, взета средно за година на ниво 10 m над земната повърхност, може схематично да се раздели на три района за България. Налични са данни за период от над 30 години. На базата на тези данни е съставена карта на ветровия потенциал – фиг. 3.1 [14].



Фиг. 3.1. Ветрови потенциал в България.

Първият район (Зона А) включва обширните равнинни части на страната (Дунавската равнина, Тракийската низина, Софийското поле, долините на р. Струма и р. Места и района на Предбалкана), където средната многогодишна скорост на вятъра не превишава 2 m/s . Най-висока там е скоростта на вятъра през зимата (февруари, март), а най-ниска – през есента (септември, октомври).

Вторият район (Зона Б) обхваща части от страната, които са разположени на изток от линията Русе-В.Търново-Елхово и Дунавското крайбрежие, а така също откритите нископланински части до височина около 1000 m , където средната многогодишна скорост на вятъра се изменя от 2 до 4 m/s . Годишният максимум на скоростта е през зимата (февруари, март), а денонощният – през деня. Минималната скорост на вятъра е в края на лятото и началото на есента (август, септември). По Черноморското крайбрежие се наблюдава определено изместване в годишния ход на скоростта: максимумът е през февруари, а

минимумът – през юни, юли. В района на вдадените в морето части от сушата (на носовите) средната скорост на вятъра превишава 4 m/s .

Третият район (Зона С) обединява откритите и обезлесени планински места с височина над 1000 m . Той се отличава с високи средни скорости на вятъра, значително превишаващи 4 m/s . Максимумът на скоростта тук е през зимата (февруари), а минимумът през лятото (август). Денонощният ход на скоростта се проследява добре само в преходните сезони – максимумът е през нощта, а минимумът през деня.

Трябва да се отбележи, че средната скорост на вятъра не е представителна величина за оценката на вятъра, като източник на енергия. Важно е да се познава потенциалът в изборния за инсталиране регион на страната и условията, при които е получен.

Ветроенергийните паркове са базирани основно в Североизточна и Централна България.

3.3. Обект на изследване

Следвайки поставената цел, по-долу са представени обработени данни, получени от измервания на определени електрически величини със статични електромери за периода м. март 2023 – м. март 2024. Записани са: активна мощност, реактивна мощност, напрежение, влажност, атмосферно налягане, температура на въздуха. Данните са за вятърна електрическа централа в експлоатация от 29 юли 2010 с обща инсталирана мощност 72.5 MW (29 броя ВГ по 2.5 MW всеки, производител Fuhrlander, Germany, като всеки генератор е с височина 85 m и диаметър на ротора 80 m , фундаментите на вятърните турбини са на площ от 50 dka върху необработваема планинска земя, която е държавна собственост и е отдадена на концесия) [15]; местоположение – $42^{\circ}44'13''\text{N}$ $25^{\circ}25'55''\text{E}$ (връх Бедек в централната част на Стара планина с надморска височина 1488 m) [16]; електрическо свързване към ЕЕС – кабелни

електропроводи за свързване с националната електрическа мрежа на 110 kV със сечение 120-400 mm² и дължина 48 km; повишаваща подстанция 20/110 kV.

Общ вид на разглежданата вятърна електрическа централа е показан на фиг. 3.2.



Фиг. 3.2. Общ вид на вятърен парк „Ветроком“ [17].

Това е вторият по големина вятърен парк в България и се управлява от „Ветроком“ ЕООД, с едноличен собственик на капитала му дружеството Renalfa, базирана в Австрия със седалище във Виена. Основната дейност на Renalfa е в сферата на разработване, изграждане и експлоатация на проекти за възобновяеми енергийни източници в Централна и Източна Европа.

Интересна подробност е, че с Договор DDE-008/20.02.2024 това е първият вятърен парк като балансираща мощност – доставчик на балансиращи услуги за ръчно вторично регулиране на честотата и обменните мощности. Регистрацията на ВЕИ производителите като доставчици на балансиращи услуги осигурява на Електроенергийния системен оператор (ЕСО) на Република България повече разполагаеми резервни мощности. Те спомагат за балансиране на електроенергийната система както в периоди на излишък, така и в периоди на недостиг при отпадане на големи конвенционални мощности, когато е наличен

достатъчен първичен енергиен ресурс във ВЕИ за балансиране в двете посоки спрямо търговския им график.

Казано на прост език, това означава, че ЕСО може да диспечерира тези мощности, т.е. ще може да ограничава тяхното производство в определени моменти. В някои случаи вероятно ще може да използва и допълнително производство от тях, ако те имат потенциал да произвеждат повече, отколкото инжектират в мрежата, поради самоограничаване, за да могат при нужда да предоставят допълнителен товар на ЕСО.

Компаниите производители, които са регистрирани като доставчици на услуги, ще помагат и с контрола на честотата или с това да държат системата в синхрон, като за целта ще получават допълнително заплащане, каквото получават конвенционалните източници, за да предоставят същата услуга.

3.4. Изчислителна част за измерени електрически величини

Интерес представлява определянето на някои статистически характеристики за генерираната енергия от вятърната електрическа централа: средноаритметична стойност, средноаритметично отклонение, дисперсия, средноквадратично отклонение. Резултатите от изчисленията са получени съгласно правилата на математическата статистика [11]. Изчисленията са извършени с помощта на удобен за целта софтуер – Mathcad [18] на PTC Inc.

Стойностите са следните:

- средноаритметична стойност $\bar{x} = 15.76 \text{ MW}$
- средноаритметично отклонение $\delta = 14.80 \text{ MW}$
- дисперсия $\sigma^2 = 322.20 \text{ MW}$
- средноквадратично отклонение $\sigma = 17.95 \text{ MW}$

Част от наличните данни за една година са дадени в Приложение. Интервалът на измерване (честота на записване или вземане на проби) е 1 час (24 броя на ден), което означава значително количество данни (приблизително

9000 стойности на 1 година). Таблица 3.1 представя данни за генерирана мощност, близо до инсталираната такава с конкретни дати, час от денонощието и стойност на активната мощност. На 16 октомври 2023 г. е достигната най-високата стойност на генерираната активна мощност, респ. произведената електроенергия.

Табл. 3.1. Данни за най-големите генерирани активни мощности.

№	Дата	Час	Генерирана активна мощност, MW
1	12 март 2023	01:00	65.919734
2	03 април 2023	23:00	68.409283
3	18 юли 2023	22:00	62.527072
4	20 юли 2023	04:00	63.309983
5	27 юли 2023	02:00	67.948396
6	05 септември 2023	12:00	61.873747
7	29 септември 2023	06:00	66.914520
8	08 октомври 2023	07:00	66.743025
9	10 октомври 2023	09:00	62.784877
10	16 октомври 2023	06:00	68.929554
11	09 ноември 2023	01:00	65.276178
12	16 ноември 2023	07:00	66.688165
13	18 ноември 2023	03:00	63.060106
14	27 декември 2023	08:00	60.894677
15	04 януари 2024	22:00	58.293634
16	07 януари 2024	06:00	66.065751
17	23 януари 2024	19:00	64.910063
18	16 февруари 2024	08:00	59.520174
19	29 февруари 2024	06:00	66.082746
20	01 март 2024	03:00	64.484662

3.5. Заключение

Разглежданата тема е актуална, т.к. резултатите от някои разработки в тази област все още не са приложени на практика.

Обработеният реален статистически набор от статистически единици, които представляват емпирични данни за конкретен обект, позволява да се установят определени закономерности въз основа на анализа.

Определени са някои статистически характеристики за генерираната енергия от вятърната електрическа централа.

Както бе споменато в Раздел 1, необходимо е да се уточни, че статистическите обработки използват стойностите на данните такива, каквито са, и нулата също е стойност, а не липса на данни. Напр., в този случай вятърният парк не е работил в периода 04 декември 2023 – 11 декември 2023 и тези нулеви стойности участват в общите изчисления.

Заслужава да се отбележи, че въпреки значителната инсталирана мощност от 72.5 MW за едногодишен период, според изчисленията статистически характеристики (средноаритметична стойност, средноаритметично отклонение, средноквадратично отклонение), максималната стойност на генерираната и съответно отдадена на енергийната система и продадена активна енергия е достигната стойност на активната мощност почти 18 MW. Това поставя под въпрос дали би бил изпълнен бизнес-планът, изготвен преди инвестицията и монтажа (строителството) с какъвто и да е срок на възвръщаемост. Става въпрос за инвестирани собствени средства или средства, получени чрез банков заем. В тази връзка има информация, че не всички ВГ от централата са работили непрекъснато, като някои от тях са били извадени за ремонт, главно поради проблеми с лагерите на главините. Последното подчертава ролята на превантивната поддръжка за постигане на планираното производство на електроенергия.

Вятърната енергия играе централна роля при производството на ток от възобновяеми източници. Тя е източник на екологично чиста, устойчива и надеждна енергия, на която може да се разчита в дългосрочното бъдеще. Тъй като вятърът е източник на енергия, която не замърсява околната среда и е

възобновяем, вятърните турбини създават мощност без използването на изкопаеми горива, без да произвеждат парникови газове, радиоактивни или токсични отпадъци. Вятърната енергия намалява глобалното затопляне. При това има смисъл да се монтира вятърна инсталация на места, където достъпът до централизирано захранване е напълно отсъстващ.

Използването на вятърна енергия е най-бързо развиващият се отрасъл в световната енергетика през последните години. Това се дължи на възобновяемия характер на вятърната енергия, екологичните ѝ предимства и намаляващите цени на вятърните турбини, приведени за единица инсталирана мощност.

Използването на енергия непрекъснато расте, а конвенционалните източници се изчерпват с много бързи темпове. Едно от решенията за предотвратяването на енергийната криза е хората да започнат да добиват повече енергия от възобновяеми източници. В практиката често се съчетават няколко типа ВЕИ, за да се комбинират предимствата им с цел максимална ефективност за всяко конкретно приложение. Освен това могат да бъдат включени актуалните понастоящем глобално системи за съхранение на енергия.

Нашата околна среда и нашата планета разполагат с ограничени ресурси. Независимо от трудностите, съпътстващи експлоатацията на възобновяеми енергийни източници, производството и съхранението за последваща употреба на така наречената „зелена енергия“ се очертава като основа на устойчивата енергия на бъдещето.

4. Статистическа обработка на данни от работата на фотоволтаична електроцентрала [A3]

4.1. Общи положения

Развитието и равнището на използването на енергийните ресурси определят до голяма степен жизнения стандарт на всяка една индустриална нация. При това трябва да се прилагат най-съвременните технологии, материали и методи на производство.

Използването на възобновяеми енергийни източници в света непрекъснато расте. Целите са постигане на достатъчна производителност при рационално енергопотребление и спазване на нормите за екологични замърсявания.

От дълги години използването на слънчевата енергия е въпрос с голямо значение. Стандартните енергоресурси като нефт, природен газ и въглища постепенно се изчерпват, а все по-рядко се разработват нови находища, тъй като те или са с малки оценени наличности и тяхното добиване ще се окаже много скъпо, или са прекалено дълбоки, което също оскъпява добива. Другият важен момент е твърде наболелият въпрос за опазването на околната среда от технологичното замърсяване при използването на традиционните начини за добив на енергия [19].

Съществен проблем на човечеството е производството на електроенергия. Получаването на електроенергия от АЕЦ съвсем не е най-добрата алтернатива на ТЕЦ, т.к. има опасност от ядрено замърсяване, а и живота на самите АЕЦ е ограничен като години, след което те трябва да бъдат „погребани“ в скъпо струващи съоръжения. ВЕЦ от своя страна са с ограничена употреба поради специфичните условия, които изискват. Освен това, за всички тези източници на енергия, са необходими много средства за поддръжката им.

Вероятно повечето запознати хора знаят, че краят на „петролното човечество“ приближава. Реалният дефицит на течните горива ще настъпи. Ето

защо в последните десетилетия учените от цял свят са насочили своите усилия към разработването и реализирането на технологии за добив на енергия от така наречените „възобновяеми източници“. Една от развиващите се насоки е използването на слънчевата енергия. Огромното количество слънчева енергия, достигащо до Земята и непосредственото ѝ преобразуване в електроенергия е не само екологично чисто, но и би могло да задоволи значителна част от всички настоящи и бъдещи нужди на човечеството. Производството на електроенергия от слънцето е сред най-актуалните направления в развитието на съвременната енергетика и има много преимущества – например, че става дума за чист и надежден източник на енергия.

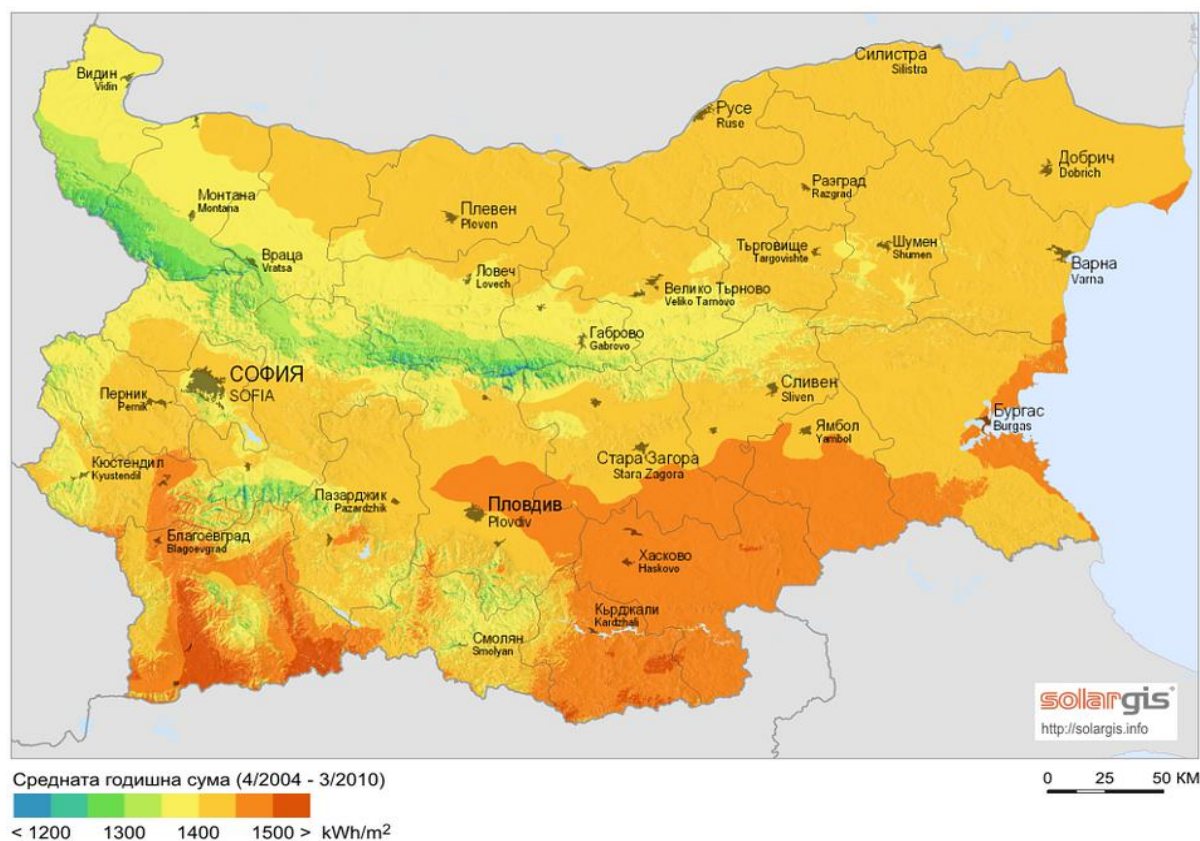
В допълнение, Директива за насърчаване използването на енергия от възобновяеми източници (RED II) заедно с Европейския зелен пакт дават тласък за коренно преосмисляне на инвестициите в енергетиката в целия ЕС [23, 24].

България може да се раздели на различни слънчеви зони, като средната годишна продължителност на греенето е около 2150 h (около 49% от максимално възможното). Въпреки че 77% от територията ѝ е заета от гори, обработваема земя и природни резервати, останалата територия би могла да се използва за изграждане на слънчеви централи при определени условия. Географските условия на България обуславят ресурс от 1300-1700 kWh/m^2 средногодишен лъчист поток (количество лъчиста енергия за всички дължини на вълните, падащ върху единица площ от повърхността на страната). За най-слънчевия град в България има 3 претендента – Велинград, Сандански, Чепеларе през последното десетилетие, но е много трудно да се заяви точно кой е първенецът.

Слънчевата енергия е излъчваната светлина и топлина от Слънцето, която е равна на 1.2×10^{17} W, т.е. на един човек се падат около 20 MW. Максималната плътност на потока на слънчевата енергия на слънчевото излъчване на Земята

достига 1 kW/m^2 . Изчислено е, че годишното количество слънчева енергия, попаднало върху дадена повърхност ще бъде максимално, ако тя е ориентирана на юг (за северното полукълбо).

На фиг. 4.1 е дадена карта на България с разпределението на слънчевата радиация [22].



Фиг. 4.1. Глобална хоризонтална слънчева радиация в България.

България е разделена на 3 района:

- Централен Източен регион – 40% от територията на страната, предимно планински райони. Средногодишната продължителност на слънчевото греене е от 400 h до $1\,640 \text{ h}$ – $1\,450 \text{ kWh/m}^2$ годишно.

- Североизточен регион – 50% от територията на страната, предимно селски райони, индустриалната зона, както и част от централната северна брегова ивица. Средногодишната продължителност на слънчевото греене е от 450 h до $1\,750 \text{ h}$ – $1\,550 \text{ kWh/m}^2$ годишно.

- Югоизточен и Югозападен регион – 10% от територията на страната, предимно планински райони и южната брегова ивица. Средногодишната продължителност на слънчевото греење е от 500 h до 1 750 h – 1 650 kWh/m^2 годишно.

По отношение състоянието в страната, трябва да се обърне внимание на няколко изходни положения. Енергийната стратегия предвижда през следващите години потреблението на електроенергия у нас да нараства с около 2% годишно. При производството на електроенергия за 2023 г. 39.2% се падат на ТЕЦ, 40.2% на АЕЦ "Козлодуй" и 7.7% на ВЕЦ, 8.3% на ФЕЦ и 3.9% на ВЯЕЦ [23].

От друга страна Законът за енергетиката гарантира премиално изкупуване на цялата електроенергия, произведена от ВЕИ, по преференциална цена, по-висока от изкупната цена за останалите централи в страната [24].

Имайки предвид гореизложеното, става ясно защо е изгодно да се инвестира в строителство на фотоволтаични системи като бизнес-възможност с цел производство и продажба на електроенергия или като друга възможност за пълно или частично задоволяване на енергийните нужди на отделни потребители.

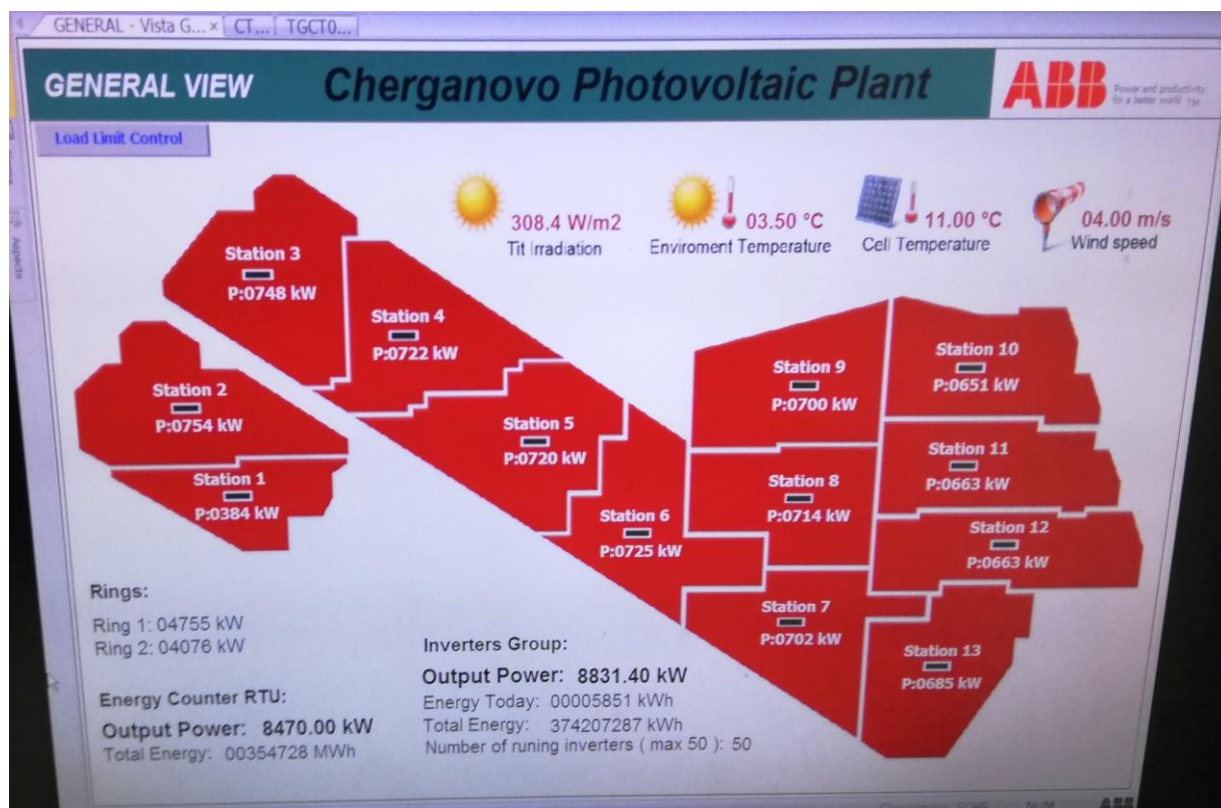
Във връзка с всичко гореспоменато е и поставената цел на този раздел – анализиране на данни от експлоатацията на фотоелектрическа централа, което в крайна сметка е свързано с подобряване на оперативната работа.

4.2. Обект на изследване

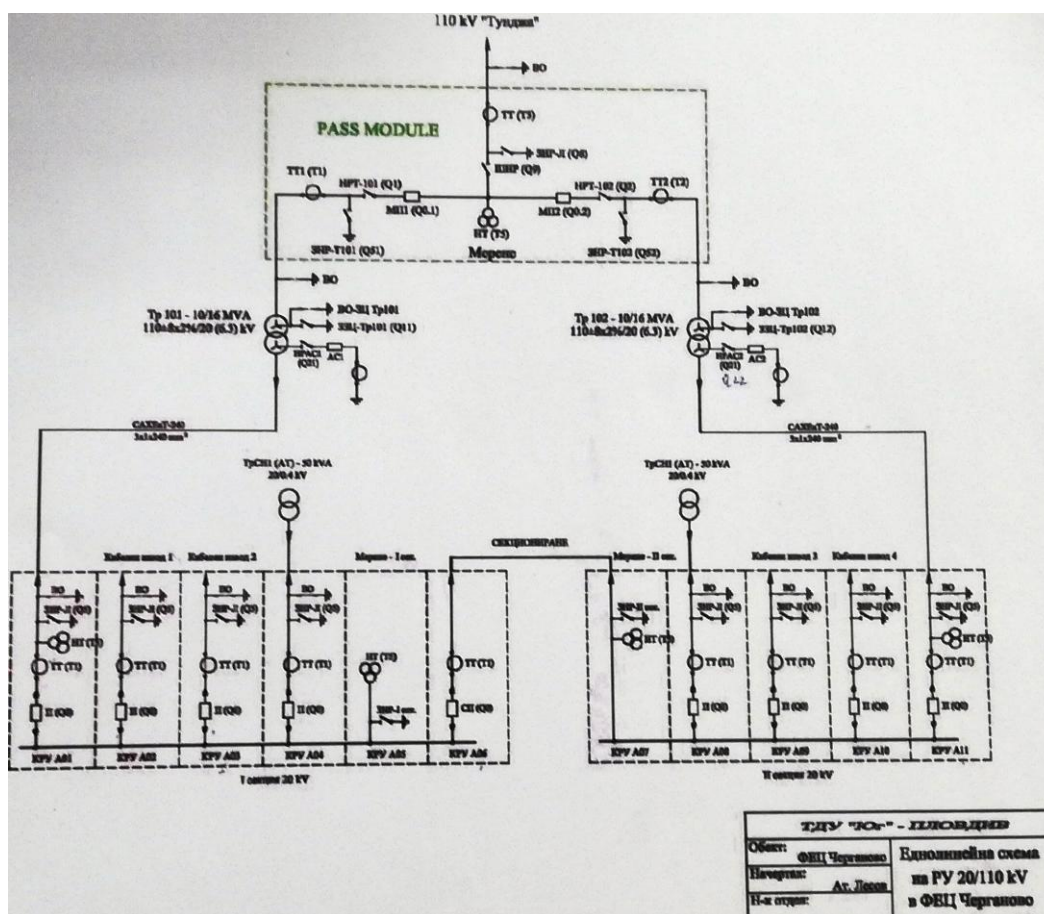
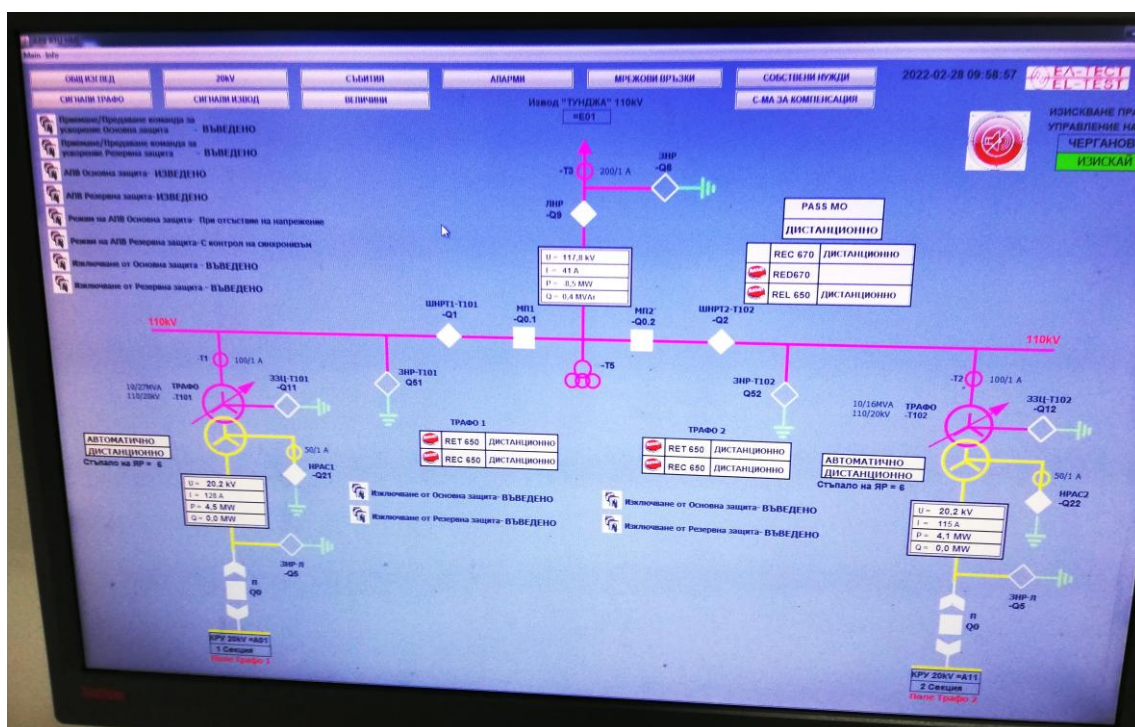
В съответствие с поставената цел по-надолу са представени обработени данни, получени от измервания на определени електрически величини със статични електронни електромери. Отчетени са: напрежение на страна 110 kV , честота на мрежата, активна мощност, реактивна мощност, слънчева радиация,

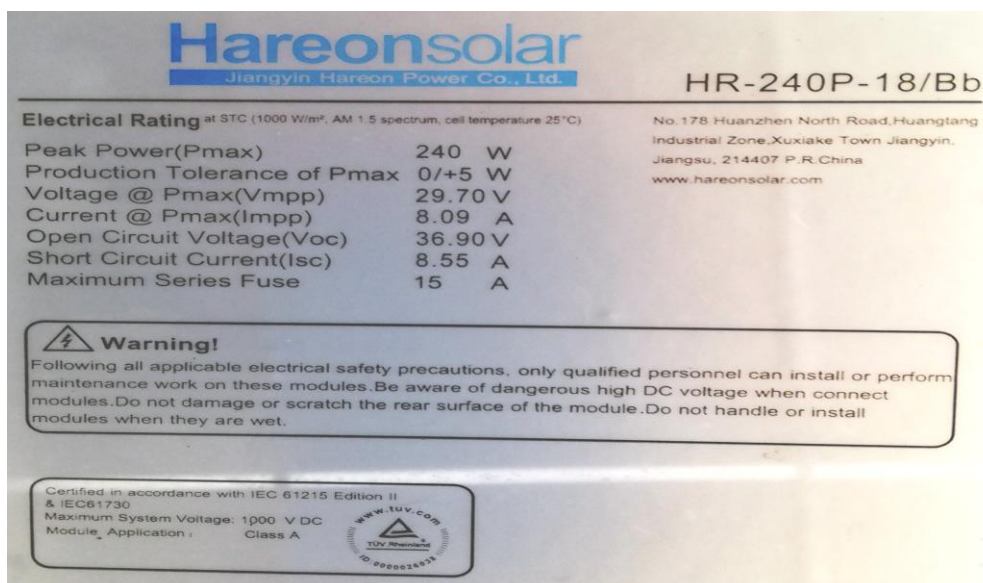
температура на въздуха, температура на модулите. Данните са за ФЕЦ с пикова мощност 25 MWp; местоположение – N42.58674674328831, E25.46936206803762; присъединяване електрическо към ЕЕС – 110 kV; налични 2 бр. повишаващи трансформатори по 16 MVA; използван обединен модул Pass Module (прекъсвач + разединител) за спестяване на място чрез получаване на малко поле; схема еднолинейна на разпределителна уредба (РУ) 20/110 kV; инвертори соларни PVS800-57 (100÷500 kW); единични фотоволтаични модули HR-240P-18-Bb с мощност 240 W всеки. В Приложение са дадени част от данните, които са налични за период 1 година. Дискретата (интервалът) на записване е 15 минути, което означава значително количество данни (96 стойности за денонощие).

На фиг. 4.2 е даден общ вид на фото-електрическата централа, на фиг. 4.3 – екран от SCADA (система за управление и мониторинг), на фиг. 4.4 – еднолинейна схема на РУ 20/110 kV, а на фиг. 4.5 – данни на единичен модул.



Фиг. 4.2. Общ вид на ФЕЦ.





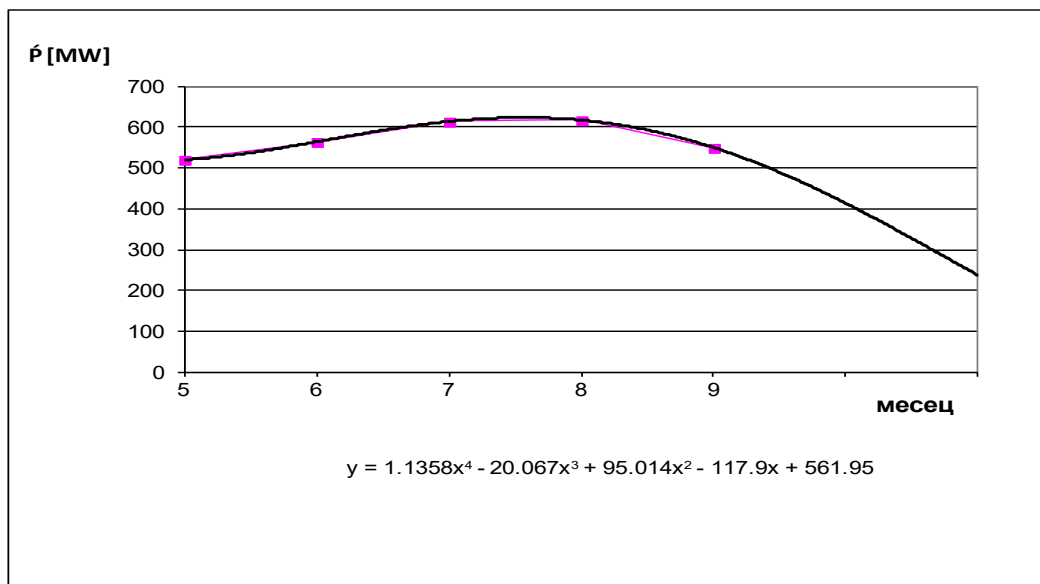
Фиг. 4.5. Данни на единичен модул.

4.3. Получени резултати

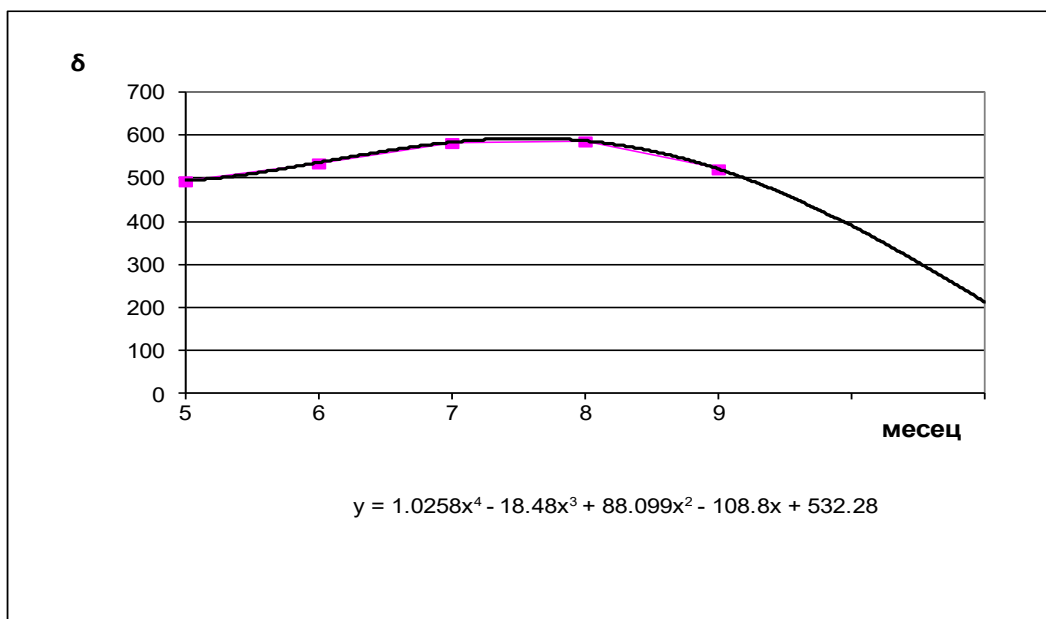
В Табл. 4.1 са представени резултати от обработката на отчетени данни при работа на фотоелектричната централа [11], а на следващите фигури (фиг. 4.6 ÷ фиг. 4.7) – графичното изменение на някои величини.

Табл. 4.1. Статистически показатели за ФЕЦ.

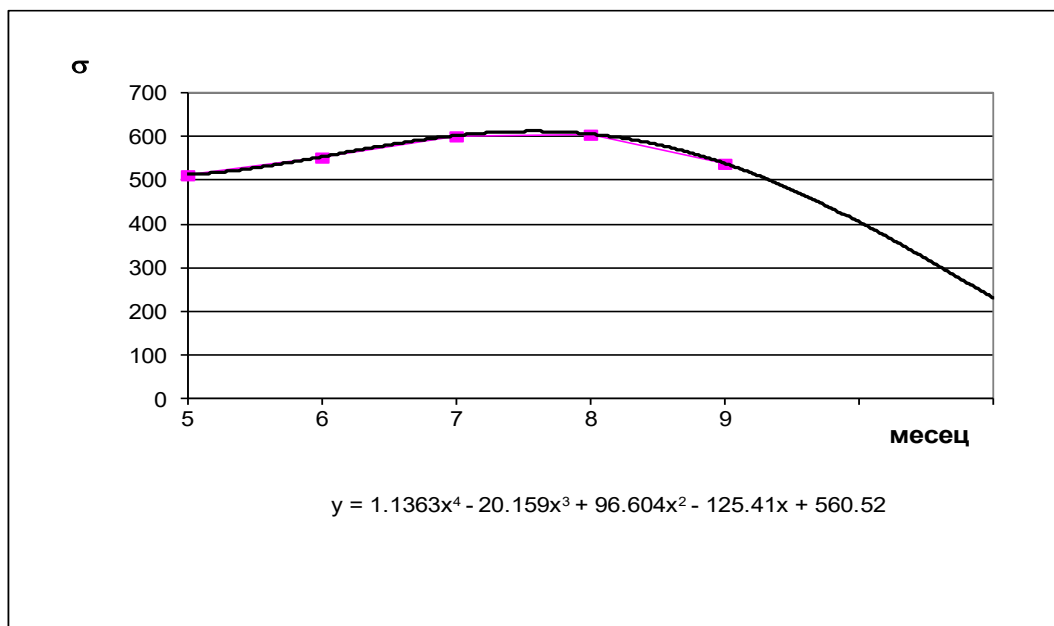
Месец (година 2020)	Активна мощност, P [MW]	Средноаритметична стойност на активната мощност, $\bar{P}$ [MW]	Абсолютно средноаритметично отклонение на активната мощност, δ [MW]	Относително средноаритметично отклонение на активната мощност, $V\%$ [%]	Средноквадратично отклонение на активната мощност, σ [MW]
V	16124.02	520.13	494.12	94.99	512.69
VI	16915.05	563.84	535.64	94.99	553.02
VII	19020.63	613.57	582.89	94.99	601.46
VIII	19129.22	617.07	586.53	95.05	605.23
IX	16480.39	549.35	521.88	94.99	538.82



Фиг. 4.6. Изменение на средноаритметична стойност на активната мощност, MW.



Фиг. 4.7. Изменение на абсолютното средноаритметично отклонение на активната мощност δ , MW.



Фиг. 4.8. Изменение на средноквадратичното отклонение на активната мощност σ , MW.

4.4. Заключение

Третираната тематика е актуална, от гледна точка на прилагане на резултатите в практиката в тази област.

Обработената реална статистическа съвкупност от статистически единици, които в случая се явяват емпирични данни за активната и реактивна енергия на конкретна фотоелектрическа централа позволява въз основа на анализа да се установят определени закономерности.

Като препоръка – захранващите кабели по възможност да бъдат изключвани двустранно при неработеща ФЕЦ.

5. Анализ на оперативни данни за работата на малка водно-електрическа централа [A4]

5.1. Общи положения

Този раздел е фокусиран върху използването на водната енергия. Водно-електрическата централа е комплекс от съоръжения и оборудване за преобразуване на енергията на водния поток в електроенергия. Предимствата на водно-електрическите централи са очевидни – снабдяване с енергия, постоянно обновяваща се от самата природа, простота на експлоатация, липса на замърсяване на околната среда. Като се има предвид нарастващата роля на малките и средни предприятия в икономическото развитие, както на отделна държава, така и в световен мащаб, както и широко разпространената ориентация към използването на възобновяеми енергийни източници в производството на електроенергия, основната цел на настоящия раздел е анализът на работата на електрическата част на конкретна водно-електрическа централа с малка мощност.

За постигане на поставената цел, а именно извършване на анализ на оперативни данни от експлоатацията, се решават следните задачи:

- разглеждане на водно-електрическите централи (ВЕЦ), като източник на електроенергия;
- представяне на особеностите на дейността на конкретна ВЕЦ;
- определяне на обобщаващи показатели от обработка на отчетени данни, основаващи се на статистиката.

Енергията на водата е служила на човека много хилядолетия. Запасите ѝ на Земята са колосални. Не без основание някои учени смятат, че би било по-правилно да наречем нашата планета не Земя, а Вода – все пак около три четвърти от повърхността на планетата е покрита с вода. Ясно е, че човечеството в търсенето си на енергия не би могло да подмине такива

гигантски запаси от вода. Най-рано от всичко хората са се научили да използват енергията на водите. Но когато е настъпил златният век на електричеството се е възродило водното колело, но в друг вид, във вид на водна турбина. Електрическите генератори, произвеждащи енергия трябва да се въртят, а това напълно успешно може да прави водата. Още повече, че вече има многовековен опит за това. Може да се смята, че съвременната хидроенергетика се е родила през 1891 г.

В зората на културата, когато човек е правил своите опити да покори силите на природата и да ги застави да му служат, едно от най-важните негови постижения е било заменянето на слабата сила на човешката ръка отначало със силата на домашните животни, а по-късно с механическия двигател. Първият механичен двигател е бил водното колело, основано на принципа за използване силата на течащата вода. Преди повече от 3000 години в напредналите културни страни на древния свят – Китай и Египет, Индия, Сирия и Палестина – водните колела са служили за изкачване на водата в напоителни канали и за въртене на камъните на примитивни водни мелници. И досега още в тези страни, а и по много други места, се срещат подобни съоръжения, които малко се различават от своите далечни прародители.

От Сирия и Египет водните мелници са проникнали в Гърция и Рим, където тяхното приложение се е разпространило бързо. В ранни писмени паметници се споменава за водни мелници в Русия, а в документи от XIV-XV в. за тях се говори все по-често.

Известно е, че във Франция са строени мелници още през VI в., а през VII в. ние намираме вече в законите и постановление за опазване на мелниците. В Тирол и досега са запазени следи от канал, който е бил изсечен в скала през 1097 г. По този канал е отправяна вода към мелница, която е работила с напор 40 m.

В епохата на Възраждането, когато търговският капитал се заздравил и дребната занаятчийска промишленост започнала да процъфтява, възникнала нуждата от механическа сила. И тук силата на течащата вода е била главният източник за добиване на енергия и е намирала доста широка употреба в ковачници, дъскорезници, дарацни и други занаятчийски предприятия. Една от най-интересните водни инсталации е била плаваща помпена станция, привеждана в действие чрез водни колела.

През XVI в. в Москва са съществували голям брой водни мелници по реките Неглиипа и Яуза. Приблизително по това време са се появили в Русия фабрики, които са използвали водна енергия.

Растящата нужда от механическа сила е наложила усъвършенстването на водните двигатели и мисълта за направа на водна турбина, която да действа по реактивния принцип се появява за пръв път през 1750 г., когато Сегнер е построил колело, наречено на негово име, останало обаче само интересен физически уред. Теоретическото обосноваване на принципа на Сегнеровото колело е било дадено още през 1730 г. от Д. Бернули.

Основите на теорията на водната турбина са били изложени от члена на Руската академия на науките Ойлер в три научни труда, които датират от годините 1750, 1751 и 1754.

В Русия XVII в. е била епоха на развитието на руската хидротехника, когато водните двигатели са получили широка употреба в металургичното, стъklarското, барутното и текстилното производство, а също така и в дъскорезниците. През 1752 г. М. В. Ломоносов започнал построяването на Рудицката стъklarска фабрика, където водните колела са били употребени от него за задвижване на рамка с двоен трион, на брашнена мелница и „на машини, които мелят, трошат и разбъркват материалите, употребявани за направа на стъкло и за полиране на мозайка". В Урал към средата на XVIII в. е имало над 150 завода и всичките са били снабдени с водно-силови инсталации.

През същото време са били разработени и създадени единствени по своя род водно-силови инсталации, като например построената от талантливия на своето време хидротехник К. Д. Фролов подземна водно-силова инсталация в Змеиногорската мина за изкачване на водата и рудата от шахтите и за обработка на дървен материал (Алтай, 1787 г.); сложният комплекс от съоръжения на тази инсталация е разположен на три етажа под земната повърхност и на 60 *m* дълбочина в земята и по всяка вероятност тя представлява първия пример в историята на техниката за подземно съоръжение от този род.

Въпреки наличността на гореспоменатите трудове на Сегнер, Бернули и Ойлер до началото на XIX в. всички опити за конструирането на водни турбини не са дали реални резултати и едва през 1827 г. е била построена от Фурнейрон първата турбина, която имала практическо значение. Успехът на тази турбина е бил блестящ и тя започнала бързо да се разпространява. Запазен е един екземпляр от турбината на Фурнейрон, построена през 1834 г., с мощност 40 *к.с.*, напор 108 *m* и честота на въртене 2300 *min⁻¹*.

Най-жизнена и най-способна за по-нататъшно усъвършенстване се е оказала появилата се през 1847 г. турбина на Френсис. Претърпяла в течение на един век редица конструктивни изменения, турбината на Френсис, снабдена с направляващ апарат със завъртащи се лопатки, е останала и до днес по своите качества във всяка конкуренция в широките предели на напора от 30 *m* до 300 *m*.

Нуждата от използване на големите падове е предизвикала появяването през 1880 г. на нов тип турбина – Пелтоновото колело, което също така се е запазило досега като единствен тип за напори, по-големи от 300 *m*.

До края на XIX в. обаче водната енергия е била свързана с мястото на добиването и¹. Ето защо естествено е, че нейното използване е било ограничено от дребната промишленост и водно-силовите инсталации са били изградени само при малки индустриални предприятия с ограничена потребност от

електроенергия. Между това растящата през XIX в. индустрия е изисквала все по-голямо количество енергия, която да не е свързана с местоположението на енергийния източник. Ето защо изобретената по това време парна машина временно е изместила водната турбина и е заела преобладаващо място в едрата индустрия на XIX в.

Няколко години след това, когато бележитият руски електротехник Д. А. Лачинов пръв в света доказал възможността за предаване на електроенергията на големи разстояния, Депре извършва своите опити за пренасяне на електроенергия на нечувано дотогава разстояние – 22 km , с напрежение 300 V . От този момент водната енергия, превърната в електрическа, престава да бъде свързана с източника на производството и' и получава възможността да встъпи в конкуренция с парната.

През 1886 г. Депре построил първата линия за предаване на електрическата енергия от Криел до Парипс, на разстояние 40 km с постоянен ток, при напрежение 7500 V . През същата година е построена и първата линия за променлив (еднофазен) ток. Първата линия за трифазен ток е била построена в 1891 г. за пренасяне на мощност от 225 kW от водно-електрическа централа с пад 3 m , на разстояние 180 km и напрежение 12000 V .

От този момент настъпва епохата на бързото развитие на водните електрически централи.

През последните десет години от миналия век са били построени вече редица водни електрически централи в Европа и Америка. С увеличаване на напреженията на далекопроводната мрежа все повече се разширяват районите, които могат да бъдат обслужвани от водно-електрическите централи и се увеличава мощността на последните.

5.2. Технически съображения

Всеки воден източник е носител на определено количество водна енергия. Падът може да бъде естествен, във вид на водопровод (рядко се среща), или да се създаде по изкуствен начин чрез изграждане на инженерно съоръжение по някои от следните начини:

1. Чрез преграждане на водния източник с малко преградно съоръжение (яз или бент) - деривационна схема. Височината на преградното съоръжение се избира така, че създаденият от него пад H_J да преодолява хидравличните загуби в деривацията (напорен тунел) H_d . Системата, изградена по този начин, включва: яз: (бент и съоръженията), който може да бъде открит, покрит или водна кула (при тунел), напорен тръбопровод, по който водата се отвежда до турбините, централа; долен канал, чрез който водата се връща в реката.

За осъществяване на тази схема са необходими сравнително малки капитални вложения; при благоприятни топографски условия може да се създаде значително голям пад H_d , обаче няма възможност да се акумулира водна енергия. Това е главният недостатък на тази схема.

2. Чрез преграждане на водния източник с голямо преградно съоръжение (язовир) – приязовирна схема. Състои се от язовирна стена, която създава концентриран пад H_J и съоръженията към нея; водовземане; напорен тръбопровод; централа; долен канал.

За изпълнението на тази схема са необходими по-големи капитални вложения, отколкото за предната схема поради голямата стойност на язовирната стена и на заливаемите площи, оставащи в чашата на язовира. При приязовирната стена се създава ограничен пад H_J (колкото е височината на язовирната стена), обаче има възможност да се акумулира водна енергия.

3. Чрез комбиниране на първите две схеми, като се използват техните предимства – създаване на голям пад $H_J + H_d$ и възможност за акумулиране на водна енергия. Тази схема се състои от язовирна стена и съоръженията към нея;

водовземане; напорен тунел (деривация); водна кула, необходима за устойчивата работа на агрегатите; апаратна камера, в която са поместени горните затворени органи на напорния тръбопровод; централа; долен канал.

За осъществяването на тази комбинирана схема са необходими по-големи капитални вложения, отколкото за приязовирната стена, на заливаните площи, деривацията и др.

Съоръженията от горно водно ниво до долно водно ниво се наричат хидровъзел, а съоръженията от водната кула до долно ниво - станционен възел. Няколко каскади, изградени на една река, образуват поречие.

Водно-електрическите централи се подразделят по следните показатели:

В зависимост от режима на използване на водните ресурси те биват ВЕЦ на течащи води и ВЕЦ на съхранени води. Централите на течащи води използват част от водата на дадена река, без да се нарушава съществено режимът и'. При тези централи мощността и енергията са променливи; когато централата е спряна, дебитът на реката не се оползотворява. Централите на съхранени води осигуряват такава мощност и енергия, които най-добре задоволяват нуждите на консуматорите. В зависимост от мястото си те биват приязовирни централи без запълнен пад и приязовирни централи с допълнителен пад H_D (деривационни централи).

Критерият, по който се определя видът на централата, е отношението

$$\frac{H_J}{H_D}:$$

$$\frac{H_J}{H_D} > 5 \quad - \text{приязовирни централи;}$$

$$\frac{H_J}{H_D} < 0.2 \quad - \text{деривационни централи;}$$

$$\frac{H_J}{H_D} = 0.2 \div 5 \quad - \text{смесен тип централа.}$$

В зависимост от използвания пад водно-електрическите централи биват: нископадови – работят с пад до 15 $m H_2O$; среднопадови – работят с пад от 15 до 100 $m H_2O$; високопадови – работят с пад, по-голям от 100 $m H_2O$.

Критерият за определяне на вида на централата е отношението $\frac{H}{Q}$:

$$\frac{H}{Q} > 10 \text{ – високопадови централи;}$$

$$\frac{H}{Q} \geq 0.1 \div 10 \text{ – среднопадови централи;}$$

$$\frac{H}{Q} < 0.1 \text{ – нископадови централи.}$$

Според начина на експлоатация водно-електрическите централи се разделят на основни, които работят непрекъснато и покриват основните нужди от енергия и мощност на консуматорите и върхови, които работят във върхови натоварвания.

В зависимост от местоположението водно-електрическите централи се подразделят на подземни и надземни.

По отношение на водните ресурси на България може да се споделят описаните по-долу факти. Мит е, че България е богата на вода. 85% от пресноводния ресурс се пада на р. Дунав и не е годен за пиене, а и оттокът ѝ не принадлежи само на нашата страна. Така за задоволяване на основните нужди (в т.ч. питейни) може да се разчита само на онези 16 *млрд. m³*, които се формират върху територията на страната в резултат на баланса между валежи и изпарение. За последните 30 години обаче има сериозно повишение на температурите – средно около 0.5-0.8°C, заради което водните запаси намаляват. С топенето на ледниците в Арктика се променя атмосферната циркулация в цяла Европа – носещите влага циклони се насочват на север, а към нас нахлува топъл сахарски въздух, дори през зимата. Променя се и

разпределението на валежите – пролетта и есента са дъждовни, но през лятото количествата рязко намаляват. Валежите се концентрират в няколко пороя след продължителни сухи периоди. 2025-та година е четвъртата поредна суха година, общо 5 години от последните 6 са класифицирани като сухи. По всички показатели 2025 г. за света се очертава да бъде в Топ 3 на най-топлите досега години. Причината е, че северното полукълбо, където сушата преобладава над Океана, се затопля много по-бързо и с повече градуси в сравнение с южното полукълбо, където преобладава Океанът. За България – не само Черно море, а и цялото Средиземноморие е с високи температури, по-високи от тези преди 10-20 години. Топлата вода удължава есента, активира циклонални процеси, носи повече влага и дъждове [25].

Сушата не е аномалия, а закономерност, тенденцията е климатът у нас да се променя към по-сух. Променя се атмосферната циркулация и към нас идва климатът на Гърция. Напоследък все по-често у нас се повдига темата, която доскоро звучеше като научна фантастика – за обезсоляване на морската вода, каквато практика има в най-южните части на Европа. Според някои оценки подобно решение не би било дългосрочно, защото е твърде енергоемко. В Израел има такава практика, но там нямат вода, а имат повишаващо потребление. Има и други мнения, че това го налагат климатичните промени – валежите са стихийни, водоизточниците не се пълнят равномерно, има големи периоди на засушаване.

Управлението на водите у нас е разпределено между няколко министерства, ведомства, инспекции и агенции. Министерството на околната среда и водите управлява 51 язовира, като отговаря само за природните и питейните води. Качеството на водите е към Министерството здравеопазването. То контролира състоянието на питейната и минералните води, както и водите в местата за къпане. Министерството на енергетиката провежда държавната политика за изграждане и експлоатация на хидроенергийни системи и обекти.

То стопанисва язовири и деривации чрез Националната електрическа компания (НЕК) ЕАД. Министерството на земеделието и храните има отношение към напояването и рибарството, ангажирано е с изграждането и експлоатацията на хидромелиоративни системи и съоръжения и за защита от наводнения извън границите на населените места. Ако обаче наводнението е в населено място, на ход е Министерството на регионалното развитие и благоустройството, което отговаря за ВиК дружествата и водоснабдяването на потребителите. Отделно някои язовири са общински, други – частни, трети – държавни. Същото важи и за ВиК дружествата. Или както е казал народът: „Много баби – хилаво дете“. Явно е нужно да се създаде един орган, който да управлява водите у нас. И това не е пожелателно, а става все по-наложително.

Близо 30% от електричеството в световен мащаб се произвежда от различни ВЕЦ и около 88% от енергията, идваща от ВЕИ е водно-електрическа [26].

Водно-електрическа централа е комплекс от съоръжения и оборудване за преобразуване на енергията на водния поток в електроенергия. Преимуществовата на ВЕЦ са очевидни – постоянно възобновяван от самата природа запас на енергия, простота на експлоатация, ниски разходи за поддръжка, жизненият им цикъл е много дълъг, отсъствие на замърсяване на околната среда. В добавка ВЕЦ може да достигне максималната си мощност в рамките на няколко минути. За сравнение при ТЕЦ са необходими няколко часа. Основен недостатък на ВЕЦ е, че не могат да поддържат винаги константен товар поради променливостта на интензитета на съответната енергия, в случая водна такава.

Водно-електрическите централи варират от съвсем малки по размер „микро-ВЕЦ“ до огромни язовирни централи, които осигуряват електричество на милиони хора. Разграничаването на малки, мини- и микро-ВЕЦ е условно, въпреки, че е прието в почти всички страни по света класифицирането да се

основава на наличната инсталирана мощност. В категорията малки ВЕЦ спадат централи с инсталирана мощност равна или по-малка от 10 MW, мини-ВЕЦ се наричат централите с мощност от 500 до 2000 kW, а микро-ВЕЦ – до 500 kW [19].

Хидравличната турбина (водна турбина) е първичен двигател, превръщащ механичната енергия на водата (нейната енергия на положение, на налягане и на скорост) в енергия на въртящия се вал. При хидравличната турбина се използва силата на тежестта на водата, спускаща се от някаква височина, наречена напор. Основните части на турбината са намиращите се на въртящия се вал работно колело и разположения пред него неподвижен насочващ апарат. Водата, под налягане по-високо от атмосферното, се насочва към този апарат. При излизане от стеснени отвори, тя получава голяма скорост. Вътре в колелото тази скорост се намалява и нейната посока се изменя. Предизвиканите от това инерционни сили създават в колелото въртящ момент, предаван на вала. Електрическият генератор, намиращ се обикновено на този вал (в хоризонтално или във вертикално положение) преобразува енергията на въртящия се вал в електрическа, предавана в мрежата. Съвкупността от турбина и генератор се нарича хидроагрегат. Хидравличните турбини работят под напор от 2 до 2000 m. Количеството вода, пропускано през турбината за една секунда, се нарича разход. Той достига до 800 m³/s. Мощността, отдавана от турбината на вала е пропорционална на напора, разхода и коефициента на полезно действие (к.п.д.), който определя степента на използване от турбината на енергията на пропусканата вода и обикновено е в границите между 0.75 и 0.94.

Съществуващите турбинни системи се делят на два класа: активни турбини (свободно-струйни) и реактивни (напорно-струйни). Към първите се отнасят турбина Пелтон, а към вторите – радиално-осеви (турбина Францис) и осеви, разделящи се на свой ред на пропелерни (винтови) и с обръщаеми лопатки (турбина Каплан). Способността на различните турбини при един и

същи напор и мощност да работят с добър к.п.д. при различен брой на оборотите в минута на техните колела се оценя с особен коефициент, наричан бързоходност. Той е от 2 до 5 при турбина Пелтон, от 70 до 400 при турбина Францис и от 400 до 1000 при осевите. Колкото е по-малък напорът и по-голяма мощността на турбината, с толкова по-голяма бързоходност трябва да бъде избрана турбината.

Вътре в работните колела на реактивните турбини налягането на водата се намалява за сметка на големите скорости и става по-малко от атмосферното. В такива случаи понякога възниква явление наричано „кавитация“. В зависимост от потребностите на електрическата мрежа от енергия, агрегатът произвежда и отдава в мрежата ту повече, ту по-малко енергия. Изменението на натоварването на агрегата се постига с регулирането на турбината. При това автоматичният регулатор променя положението на някои части на направляващия апарат и подава в работното колело ту по-голям, ту по-малък разход.

Хидрогенераторът е генератор на променлив ток (рядко на постоянен), привеждан във въртене от хидравлическата турбина. Обикновено хидрогенераторът се явява явнополюсен синхронен генератор, роторът на който обикновено е прикрепен на един вал с работното колело на турбината. Хидрогенераторите се строят с мощности от 100 до 100000 kW и повече при скорост на въртене от 50 до 500 (рядко 1500) min^{-1} и напрежение от 400 до 16000 V .

Вследствие на сравнително ниските скорости на въртене на хидрогенераторите, при честота на генерирания ток 50 Hz имат много полюси (120 при 50 min^{-1}) и по размери и по тегло са значително по-големи от другите електрически машини със същата мощност.

Автоматиката наред с електрификацията и механизацията на производствените процеси се явява като едно от най-прогресивните

нововъведения в съвременната техника. Тя намира все по-широко приложение в промишлеността, транспорта, енергетиката и другите отрасли на техниката.

В сравнение с останалите отрасли в промишлеността енергетиката е едно от най-концентрираните производства, в което цяла редица от процеси поради своята специфичност и бързина на протичането трябва да бъдат автоматизирани. Непрекъснатото повишаване на изискването за бързина, точност и максимална сигурност при работата на съоръженията не може да бъде постигнато без широкото използване на автоматиката и телемеханиката във всички основни процеси на управлението, регулирането и контрола на съоръженията на електрическите централи и подстанции.

Развитието на енергетиката в нашата страна доведе до строителство на голям брой водно-електрически централи. Отначало централите се проектираха и изграждаха с ръчно управление. След това с увеличение на мощността на отделните централи и с нарастване мощността на нашата енергийна система новите централи се изпълняват като автоматични.

На основата на дългогодишния опит от експлоатацията на автоматичните ВЕЦ в различните страни са се оформили няколко различни начина на подразделението на централите в зависимост от начина на тяхното управление. Тези начини не се различават съществено един от друг. В зависимост от количеството на автоматизирани процеси и степента на автоматизацията им, от наличието на дежурен персонал и приетия начин на управление водните централи могат да се разделят на:

1. *Водни централи с ръчно управление.* Всички процеси по управлението, регулирането и контролът на съоръженията се извършват ръчно от обслужващия персонал.

2. *Полуавтоматични водни централи.* Управлението се извършва ръчно. Регулирането и контролът се извършват автоматично. Апаратурата им е много опростена. Обслужват се от персонала на домашно дежурство.

3. *Автоматични водни централи.* В зависимост от степента на автоматизацията и телемеханизацията автоматичните водни централи могат да бъдат разделени на:

а) *Автоматични водни централи с дистанционно управление.* Управлението и регулирането на отделните агрегати става с подаване на импулси от пулта за управление. Само тук има дежурен персонал. Контролът на изправността на съоръженията и спирането на агрегатите при повреда се извършва автоматично.

б) *Автоматични телемеханизирани водни централи с автооператори.* Управлението на централата се извършва от автооператори и регулатори за честота и мощност. Обемът на телемеханиката е минимален. Предвижда се телемеханично включване и изключване и превключване на регулаторите за честота и мощност от базисната централа или от районни или централен диспечерски пункт в зависимост от участието на централата в регулацията на системата.

в) *Автоматични водни централи, които работят по притока.* Такива централи се изпълняват по правило като напълно автоматични без телеуправление. Всички промени на режима на работа стават под въздействието на автоматични плавочни уредби без участие на персонала.

От общия брой на водните електрически централи у нас 10% са големи централи, 40% са централи със средна мощност и 50% са малки ВЕЦ с мощност под 500 kW. В строеж и монтаж се намират още други централи с голяма мощност. От всички централи с голяма мощност 75% са автоматични.

Степента на категорията на автоматизирането на различните централи се определя съобразно мощността на централата, броя на агрегатите, вида на съоръженията и др.

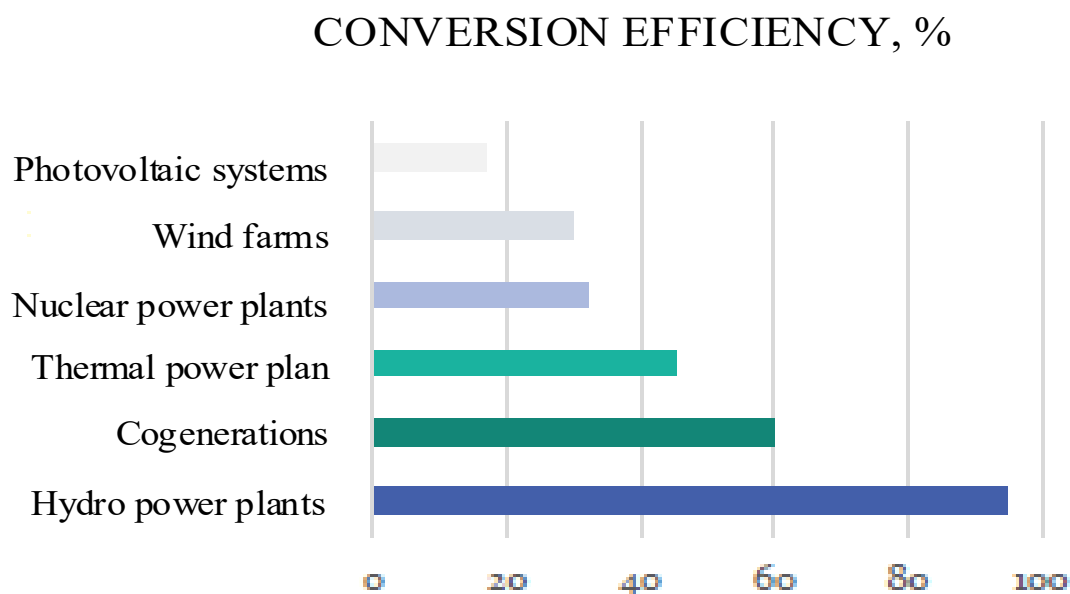
Всички наши малки ВЕЦ и голяма част от централите със средна и голяма мощност са подходящи за привеждане на полуавтоматична работа.

За полуавтоматични са подходящи централите на течащи води, напоителни или водоснабдителни централи, които работят със сравнително константен товар без чести пускания и спирания на агрегатите.

5.3. Описание на разглежданата ВЕЦ

Водната енергия е най-разпространеният вид от портфейла на ВЕИ и чрез нея се произвеждат около 17% от световната електроенергия, но възможностите ѝ са ограничени, в смисъл, където е могло, в общи линии вече са изградени такива централи. Тази енергия може да бъде силно конкурентна на останалите видове енергия от ВЕИ, при положение, че в България има високи водни падове и целогодишен голям воден дебит.

Ефективността на преобразуването на енергията на първичния ресурс в електричество е най-висока при ВЕЦ (85-95%), в сравнение с всички останали енергийни технологии, което е представено на Фиг. 5.1 [32].



Фиг. 5.1. Ефективност на преобразуването на енергията на първичния ресурс в електричество.

В България през някои години над 60% от възобновяемата енергия е произведена от ВЕЦ, инсталираните мощности са 3330 MW, произведената енергия от тях през 2018 г. е 5095621 MWh, финансовото изражение на спестените емисии CO₂ за 2018 г. са 10 953 613 млн. лв. [3].

От общо 92 ВЕЦ над 2/3 са малки, които заемат близо 6% от инсталираните мощности и 14% от средногодишното производство на електроенергия в страната. В структурата на собствеността преобладават приватизираните малки ВЕЦ (80.3%), в които са съсредоточени значителна част от инсталираните мощности (92.6%) и от производството на подотрасъла (91.9%).

Съгласно Закона за енергията от възобновяеми източници (основаващ се на релевантни актове от Европейското законодателство – директиви и регламенти) се определя преференциална цена за изкупуване на електрическата енергия, произведена от възобновяеми източници, включително и електрическата енергия, произведена от водно-електрически централи с обща инсталирана мощност до 10 MW. ВЕЦ с по-голяма инсталирана мощност от 10 MW не се третират като ВЕИ, т.к. при тях възникват други явления – напр. промяна на локалния климат при изграждане на язовири и др. Изграждането и присъединяването на енергийни обекти за производство на електроенергия от възобновяеми източници (фотоволтаични системи с обща инсталирана мощност до 30 kW включително, които се предвижда да бъдат изградени върху покривни и фасадни конструкции на присъединени към електроразпределителната мрежа сгради и върху недвижими имоти към тях в урбанизирани територии, водно-електрически централи с инсталирана електрическа мощност до 1.5 MW включително) е при облекчени условия.

ВЕЦ “Енина” е разположена на изток от селището със същото наименование, на разстояние 8 km северно от гр. Казанлък, в подножието на Стара планина в Централна България. Водосборният район е в национален

резерват. ВЕЦ „Енина“ е централа с мощност до 1.02 MW , като хидрогрупите са три на брой. Максималното водно количество е $Q = 1.3 \text{ m}^3/\text{s}$, а напорът (воден пад) $H = 101.9 \text{ m}$.

Централата е в непрекъсната експлоатация от създаването си до настоящия момент. Тя е най-старата действаща централа в България, построена и въведена в експлоатация на 01 ануари 1914 г., още функционира и произвежда електроенергия със старите турбини и генератори, така както е създадена. Град Казанлък е захранен с електроенергия на 31 декември 1913 г. точно в полунощ. Градът светва – всички предприятия и сгради, собствениците на които са се доверили на създателите. Започва бурно развитие на града. Наличието на електроенергия дава възможност за създаване на съвременни предприятия и фабрики и това привлича много чужди капитали. Чрез създаването на ВЕЦ „Енина“ Казанлък изпреварва градове като Пловдив, Русе, Бургас, Сливен и служи за пример на подражание. Наличието на електроенергия спомага за бързия индустриален и културен подем на града. През 1937 г. в централата се доставя нова турбогенераторна група 740 к.с. На 25 декември 1947 г. ВЕЦ „Енина“ е национализирана и от 1947 г. до 1993 г. е държавна собственост. В началото на 1994 г. централата е реституирана на предишните собственици, регистрирали за целта фирма Победа ООД. През 1972 г. е създадена музейна сбирка.

Интересен факт е, че строежът на централата е съпътстван с много перипетии. Освен проблеми със строителите, се наложило спиране на дейността по изграждането за цяла година заради избухването на Балканската, а след това и на Междусъюзническата война. Местните жители се надигат и започват да саботират работата. Първият слух, който се пуска в село Енина е, че електричеството по водата ще избие кравите, които са на водопой. Така селото е тънело в мрак през нощта много години, докато гр. Казанлък е бил с

електрическо улично осветление чрез изградена електропреносна линия от ВЕЦ „Енина”.

Произведеното количество електр енергия е в силна зависимост от годишния воден отток, т.е. климатичният фактор е определящ за приходите на дружеството-собственик. За период от 35 години, за които има достоверни данни, може да се констатира следното :

- върхово годишно производство на електроенергия – 4111824 kWh ;
- минимално годишно производство на електроенергия – 1384930 kWh ;
- средно годишно производство на електроенергия за последните 35 години е 2581000 kWh .

Техническата база, с която разполага дружеството, е следната:

- собствени сгради (машинна зала, апаратна камера и подстанция);
- съоръжения - напорни тръбопроводи, канали бързотоци;
- енергетични и двигателни машини - хидрогрупи; командно табло за управление, мерене, защита, автоматика и сигнализация; закрито разпределително устройство; трансформатори – 3 бр. към всяка хидрогрупа по 1 брой; акумулаторна батерия с токоизправител.

Хидрогрупите (три броя) се състоят от:

- турбина хоризонтална, тип Франсис (1 бр.). Мощността на турбината се регулира с направляващ апарат. Тази хидрогрупа е с чести престои поради конструктивни несъвършенства (търкалящи се лагери на вала на турбината и междинен трети лагер в средата на вала). Мощност 540 kW , честота на въртене $N_n = 1500 \text{ min}^{-1}$, произведена в Германия.
- турбини тип "Пелтон" (2 бр.) с мощност 240 kW , честота на въртене $N_n = 750 \text{ min}^{-1}$, произведени през 1912 г. в Швейцария. Мощността на всяка от турбините се регулира с по две дюзи на работно колело; мощност $P_n = 240 \text{ kW}$.

Въпреки че машините са на много години, тяхното техническо състояние е добро и те са отлично поддържани, нямат съществени недостатъци и са с ниска аварийност и малки престои. Тези три хидрогрупи се намират на закрито, в машинна зала. Общ изглед на машинна зала е показан на фиг. 5.2.



Фиг. 5.2. Общ изглед на машинна зала на ВЕЦ „Енина”.

Централата няма воден басейн и мощността на работа се определя от постъпващите по реката водни количества. Това се постига автоматично чрез ниворегулационна уредба, която следи нивото на водата в апаратна камера и изменя натоварването на турбината, така че да поддържа постоянно ниво. Достигането на крайно „високо“ и „ниско“ ниво се сигнализира и оперативният персонал пуска или спира поредната турбина.

Електрическите генератори са синхронни, тип PFL, производство на фирма “SIEMENS-SCHUCKERT”.

За фирмата “SIEMENS” може да се спомене накратко следното:

През 1903 г., “SIEMENS & HALSKE” придобиват компанията “Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. Schuckert & Co.”, сливайки я със собственото си поделение за силова енергетика, формирайки по този начин “SIEMENS-SCHUCKERTWERKE GmbH”. Целта на новата компания е да

покрие всички области на електроинженерството. Историята на SIEMENS е вече над 120 години. От основаването си от Вернер фон Сименс компанията израства до глобална мрежа за иновации с повече от 400 000 служители в над 190 страни по света.

Данни за генераторите:

- Генератор 1: пълна мощност $S_n = 640 \text{ kVA}$; $\cos\varphi = 0.7$;
- Генератор 2 и Генератор 3: пълна мощност $S_n = 240 \text{ kVA}$; $\cos\varphi = 0.8$.

На Фиг. 5.3 е представена оригиналната табелка на един от електрическите генератори.



Фиг. 5.3. Табелка на един от действащите генератори.

По отношение на технологичен режим първичната електрическа схема на ВЕЦ “Енина” е изпълнена на принципа “блок генератор-кабел-трансформатор”.

Всяка хидрогрупа обхваща турбина, синхронен генератор, линия, повишаващ трансформатор. Паралелната работа към енергийната система на страната се осъществява на шини 20 kV .

Честотата на всяка турбина се поддържа от турбинен генератор, който е свързан към вала на турбогрупата чрез две ремъчни предавки: едната за задвижване на центробежния измерител на оборотите и втората за задвижване на маслената помпа на регулатора за направляващия турбинен апарат или положението на иглите на дюзите на турбината. Спирането на турбината се осъществява с хидравлична спирачна система. За сигурно затваряне на притока на вода при спряна машина пред всяка турбина е монтиран клинов шибър. Непрекъснато от измервателен блок се следи температурата на лагерите на турбината и генератора.

Изградени са и действат всички необходими по нормативи и правилници технологични и релейни защиты, осигуряващи непрекъсната и безопасна работа на ВЕЦ “Енина”.

ВЕЦ “Енина” е сравнително малка централа – до 1 MW. Но съобразявайки се с малкия водоотток на река Старата река, е невъзможно строителството на по-мощна централа. Произвежданата от дружеството продукция е търсена на пазара, тъй като себестойността на електроенергията, произведена от ВЕЦ е сравнително по-ниска от тази на АЕЦ и ТЕЦ.

Увеличаването на натоварването на капацитета ще доведе до тенденция на спад на общите разходи на единица продукция.

Може да се извърши подмяна на част от оборудването. Кредитът, необходим на дружеството трябва да е инвестиционен и би било подходящо погасяването му да е за по-дълъг период от време – над четири години. Хидрогрупа може да се закупи от Германия и кредитът да е валутен – около €40000.

Всички работещи са с дълъг стаж във ВЕЦ “Енина”, т.е. те са висококвалифицирани специалисти, с нужния опит. Всяка година полагат изпити за пригодност и преквалификации според изисквания на наредбите в системата на енергетиката. Микроклиматът е добър, предоставя комфортни

условия за работещите, като гарантира здравето на работниците и осигурява добро самочувствие и висока работоспособност. Равнището на доходите на заетите във ВЕЦ “Енина” е с около 45% по-високо от средната работна заплата за страната.

5.4. Получени резултати

Разгледана е съвкупност от записани данни за генерираната електроенергия от конкретна малка ВЕЦ за период 2 години.

Обработена е тази реална статистическа съвкупност от статистически единици, които в случая се явяват емпирични данни за активната и реактивна енергия, което позволява въз основа на анализ да се установят определени закономерности. Направените таблици, включващи в себе си изчислителни резултати, са реализирани по правилата на статистиката [4].

В табличен вид са представени т.нар. измерители на разсейването [11], съответно средноаритметична стойност, медиана, средноквадратично отклонение, средна геометрична стойност, средна хармонична стойност.

Отчетените данни са записани от статични електронни електромери “Schlumberger” на извод “Казанлък” – 20 kV във ВЕЦ “Енина”. Регистрираните данни са получени след установяване на професионални контакти с представители на “Победа” ООД – гр. Казанлък и на оператора на разпределителната електрическа мрежа EVN България.

В електроснабдителните системи се осъществява търговско и техническо измерване на електрическата енергия. По търговското измерване става заплащането на електрическата енергия (консумирана или генерирана). Техническото измерване служи за контрол на консумираната или генерираната електроенергия по участъци, цехове, производства и отделни мощни агрегати, с цел определяне на себестойността на произведената продукция, съставяне на специфични разходни норми на електроенергия и определяне на фактора на

мощността. Измерването на електрическата енергия може да се осъществи с електронни или с индукционни електромери.

Търговското измерване се осъществява на границата на електроенергийната система: в началото на електропроводите, захранващи главната подстанция на промишленото предприятие; на първичната страна на трансформаторите в главната понижаваша подстанция (ГПП); на вторичната страна на трансформаторите в ГПП.

Техническото измерване на активната енергия се препоръчва да се осъществява в следните възли:

- на вторичната страна на трансформаторите в ГПП или в захранващите въводи ($6-20\text{ kV}$) на главната разпределителна подстанция (ГРП);
- на радиални изходни линии $6\div 20\text{ kV}$ в ГПП (ГРП), които захранват мощни консуматори за високо напрежение, цехови подстанции (ЦП) и разпределителни подстанции (РП);
- на радиални изходни линии в РП;
- на захранващите въводи на РП и на страни ниско напрежение в ЦП, когато се захранват по магистрална схема;
- на изводите на вторичната страна на ЦП, захранващи специфични консуматори с голяма мощност.

Непрекъснатото увеличаване на разхода на електроенергия и повишаване на изискванията на тарифите за заплащане на електрическата енергия изискват да се използва централизирано автоматизирано отчитане на консумацията на електрическата енергия. Това изисква от съвременните технически системи за контрол на консумираната електроенергия следното:

- да осигуряват необходимата точност на измерването и да съхраняват информацията за консумираната електроенергия;
- да документират разходите на електроенергия на промишлените предприятия в зависимост от поставените принципи в тарифата за заплащане на енергията по смени, денонощия, месеци и години;

- да подават сигнал и информация на диспечерите, дежурните оператори или автоматичните устройства с цел провеждане на мероприятия по изравняване на товарния график;
- да подават необходимата информация в по-високото ниво за контрол на консумацията на електроенергия.

По-долу в табличен вид са обобщени получени след съответни обработки резултати.

Табл. 5. 1. Обобщаващи показатели на произведената активна енергия в зона II – дневна от ВЕЦ “Енина” за период 01.2001 г. до 12.2002 г.

Показатели, <i>kWh</i>					
средна стойност	медиана	средно квадратично отклонение	средна геометрична стойност за 2001 г.	средна геометрична стойност за 2002 г.	средна хармонична стойност
$\bar{x}$	M_e	s	$\bar{\sigma}_{2001}$	$\bar{\sigma}_{2002}$	Q_{cp}
85761,67	82500	73149,27	21513,91	102074,70	10172,7

Табл. 5. 2. Обобщаващи показатели на произведената активна енергия в зона I – нощна от ВЕЦ “Енина” за период 01.2001 г. до 12.2002 г.

Показатели, <i>kWh</i>					
средна стойност	медиана	средно квадратично отклонение	средна геометрична стойност за 2001 г.	средна геометрична стойност за 2002 г.	средна хармонична стойност
$\bar{x}$	M_e	s	$\bar{\sigma}_{2001}$	$\bar{\sigma}_{2002}$	Q_{cp}
64966,25	63600	56291,72	13634,91	75118,17	5325,91

Табл. 5. 3. Обобщаващи показатели на произведената активна енергия в зона III – върхова от ВЕЦ “Енина” за период 01.2001 г. до 12.2002 г.

Показатели, <i>kWh</i>					
средна стойност	медиана	средно квадратично отклонение	средна геометрична стойност за 2001 г.	средна геометрична стойност за 2002 г.	средна хармонична стойност
$\bar{x}$	M_e	s	$\bar{\sigma}_{2001}$	$\bar{\sigma}_{2002}$	Q_{cp}
60623,7	53550	43144,34	24697,77	70598,09	10253,42

Табл. 5. 4. Обобщаващи показатели на произведената реактивна енергия в зона I – нощна от ВЕЦ “Енина”

период	Показатели, $kVarh$				
	средна стойност	медиана	средна квадратично отклонение	средна геометрична стойност	средна хармонична стойност
	$\bar{x}$	M_e	s	$\bar{\sigma}$	Q_{cp}
01.2002 – 12.2002 вкл.	10412,5	4950	9340,48	7180,6	5315,73

Табл. 5. 5. Обобщаващи показатели на произведената реактивна енергия в зона II – дневна от ВЕЦ “Енина” за период 01.2001 г. до 12.2002 г.

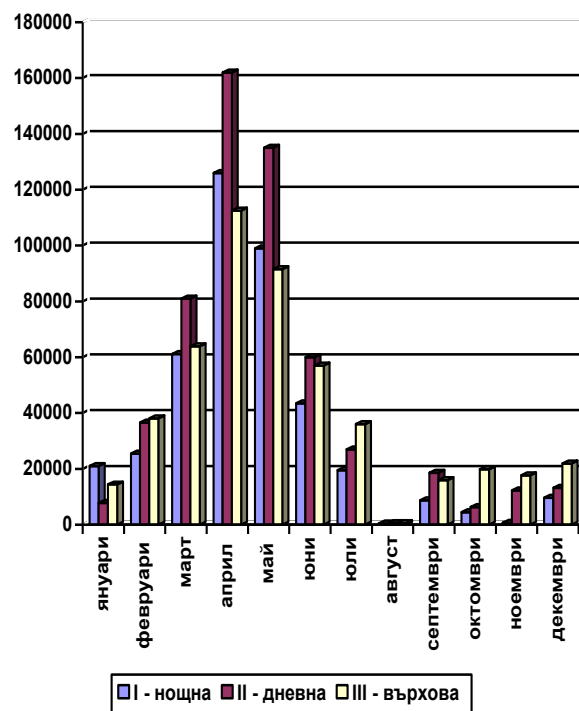
Показатели, $kVarh$					
средна стойност	медиана	средно квадратично отклонение	средна геометрична стойност за 2001 г.	средна геометрична стойност за 2002 г.	средна хармонична стойност
$\bar{x}$	M_e	s	$\bar{\sigma}_{2001}$	$\bar{\sigma}_{2002}$	Q_{cp}
23450	22800	17444,42	27309,09	11824,43	12418,13

Табл. 5. 6. Обобщаващи показатели на закупената реактивна енергия в зона I – нощна от ВЕЦ “Енина”

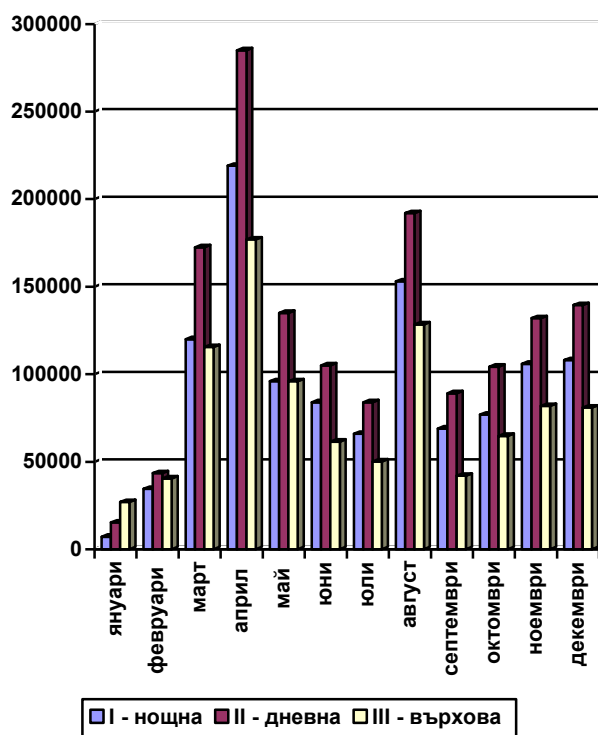
период	Показатели, $kVarh$				
	средна стойност	медиана	средна квадратично отклонение	средна геометрична стойност	средна хармонична стойност
	$\bar{x}$	M_e	s	$\bar{\sigma}$	Q_{cp}
01.2002 – 12.2002 вкл.	7237,5	5250	5659,71	4365,52	1284,92

Табл. 5. 7. Обобщаващи показатели на закупената реактивна енергия в зона II – дневна от ВЕЦ “Енина”

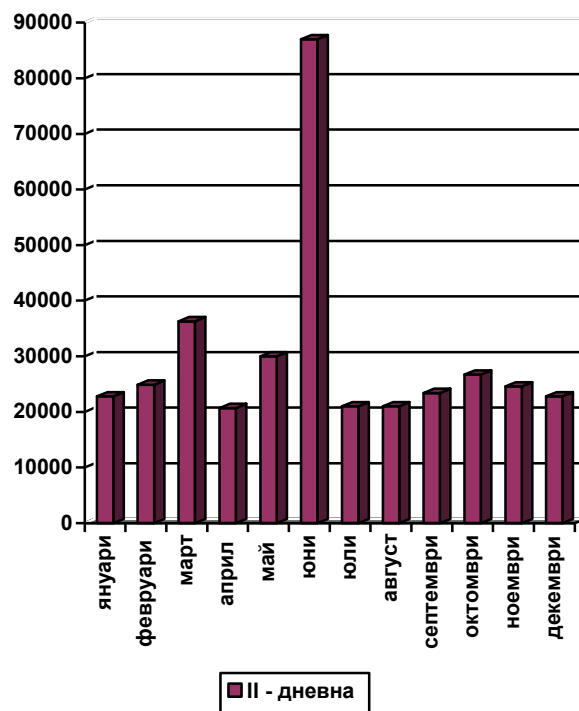
период	Показатели, $kVarh$				
	средна стойност	медиана	средно квадратично отклонение	средна геометрична стойност	средна хармонична стойност
	$\bar{x}$	M_e	S	$\bar{\sigma}$	Q_{cp}
01.2002 – 12.2002 вкл.	16425	11250	17413,56	10710,18	7171,54



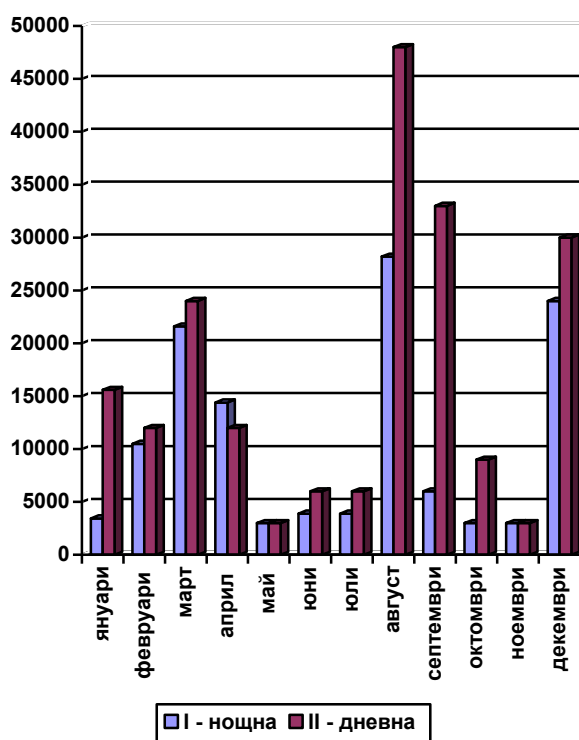
Фиг. 5. 4. Графично представяне на продадената активна електроенергия в kWh за зони I – нощна, II – дневна, III – върхова за 2001 г.



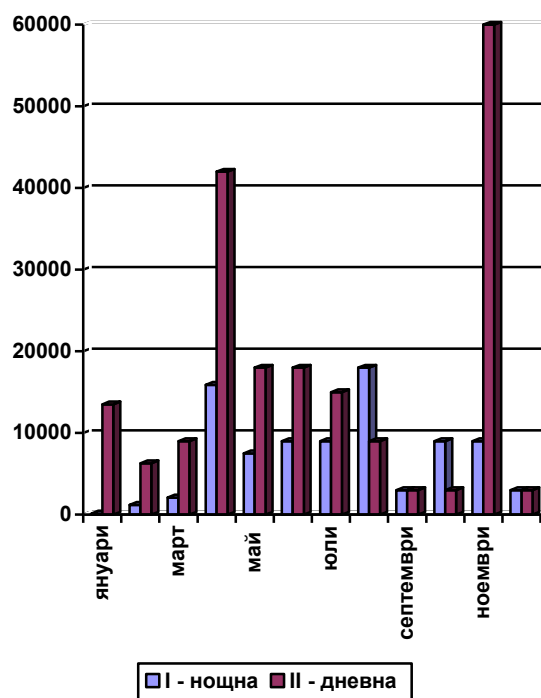
Фиг. 5. 5. – Графично представяне на продадената активна електроенергия в kWh за зони I – нощна, II – дневна, III – върхова за 2002 г.



Фиг. 5. 6. Графично представяне на продадената реактивна електроенергия в $kVarh$ за зона II – дневна за 2001 г.



Фиг. 5. 7. Графично представяне на продадената реактивна електроенергия в $kVarh$ за зони I – нощна и II – дневна за 2002 г.



Фиг. 5. 8. Графично представяне на продадената реактивна електроенергия в $kVarh$ за зони I – нощна и II – дневна за 2002 г.

От графичното представяне на продадената активна електроенергия в kWh за зони I – нощна, II – дневна, III – върхова за 2001 година на фиг. 5.4 се вижда, че най-голяма е стойността на продадената активна електроенергия в зони I – нощна, II – дневна, III – върхова през месец април 2001 година. На фиг. 5.5 се вижда, че най-голямата стойност на продадената активна електроенергия в зони I – нощна, II – дневна, III – върхова за 2002 година е също през месец април.

В Табл. 5.8 са представени данни за купена и продадена, активна и реактивна енергия за месец април през втората разглеждана година.

В Табл. 5.9, Табл. 5.10 и Табл. 5.11 са представени изчислени обобщаващи показатели на произведената активна енергия – дневна, нощна и върхова съответно за двете разглеждани години.

Табл. 5. 8. Купена и продадена, активна и реактивна енергия за месец април втората година.

Зона	Обмен	Ново	Старо	Разлика	Продадена активна ел.енергия <i>kWh</i>	Ел. енергия <i>kVArh</i>
I - нощна	продава	12700	5400	7300	219000	
	купува	10	10	0		
II - дневна	продава	17300	7800	9500	285000	
	купува	20	20	0		
III - върхова	продава	12800	6900	5900	177000	
	купува	0	0	0		
Общо продадена активна енергия				681000		
I - нощна	продава	1700	1220	480		14400
	купува	650	120	530		15900
II - дневна	продава	2400	2000	400		12000
	купува	2000	600	1400		42000
Общо продадена реактивна енергия					26400	
Общо купена реактивна енергия					57900	

Табл. 5. 9. Обобщаващи показатели на произведената активна енергия в зона II – дневна от ВЕЦ “Енина” за период двете разглеждани години.

Показатели, <i>kWh</i>					
средна стойност	медиана	средно квадратично отклонение	средна геометрична стойност за година I	средна геометрична стойност за година II	средна хармонична стойност
$\bar{x}$	M_e	s	$\bar{\sigma}_I$	$\bar{\sigma}_{II}$	Q_{mean}
85761,67	82500	73149,27	21513,91	102074,70	10172,7

Табл. 5. 10. Обобщаващи показатели на произведената активна енергия в зона I – нощна от ВЕЦ “Енина” за период двете разглеждани години.

Показатели, <i>kWh</i>					
средна стойност	медиана	средно квадратично отклонение	средна геометрична стойност за година I	средна геометрична стойност за година II	средна хармонична стойност
$\bar{x}$	M_e	s	$\bar{\sigma}_I$	$\bar{\sigma}_{II}$	Q_{mean}
64966,25	63600	56291,72	13634,91	75118,17	5325,91

Табл. 5. 11. Обобщаващи показатели на произведената активна енергия в зона III – върхова от ВЕЦ “Енина” за период двете разглеждани години.

Показатели, <i>kWh</i>					
средна стойност	медиана	средно квадратично отклонение	средна геометрична стойност за година I	средна геометрична стойност за година II	средна хармонична стойност
$\bar{x}$	M_e	s	$\bar{\sigma}_I$	$\bar{\sigma}_{II}$	Q_{mean}
60623,7	53550	43144,34	24697,77	70598,09	10253,42

Като допълнение следва да се спомене, че действащата в България Комисия за енергийно и водно регулиране определя прогнозна пазарна цена съответно за електропреносния оператор ЕСО, електроразпределителните оператори и производителите на електроенергия, произведена от ВЕЦ с инсталирана мощност до 10 MW [24]. По съответната цена понастоящем се изкупува генерираната от ВЕЦ „Енина” активна електроенергия.

От графичното представяне на продадената активна електроенергия в kWh за зони I – нощна, II – дневна, III – върхова за една година на Фиг. 5.11 се вижда, че най-големи са стойностите през месеците април и август, следвани от м. март и м. декември.

5.5. Заключение

След разглеждане на ВЕЦ, като източник на електроенергия и представяне на особеностите на дейността на ВЕЦ “Енина” е постигната основната цел, а именно изведени са обобщаващите показатели за дейността на централата въз основа на отчетени данни за двугодишен период.

Предимствата на ВЕИ са: неизчерпаемост и повсеместност; възможност енергията от тях да се акумулира и след това да се преобразува (аналогично на фотосинтезата при растенията); възможност за изграждане на относително малки по мощност централи, които не натоварват преносната мрежа. Или по-общо, развитието на възобновяемите и алтернативните източници на енергия оказва положителен ефект в следните насоки:

- диверсификация на източниците на енергия;
- по-рационално оползотворяване на местните ресурси и намаляване на вносните, т.е. по-голяма ресурсна независимост на икономиката ни изобщо и най-вече в период на енергийна криза, когато съществена помощ за сигурността на снабдяването оказват децентрализираните ресурси като ВЕИ;
- повишаване на енергийната ефективност;

- подобряване на екологичните показатели на българската енергетика.

Както при другите източници на енергия, така и при ВЕИ целта е генериране на енергия с най-малко разходи. Необходими са обаче адекватни програми, инвестиции и механизми за насърчаване по-нататъшното развитие на това производство.

Динамичната регулаторна среда, която се наблюдава през последните години и въвеждането на ретроактивни мерки, оказват значителен негативен ефект върху финансовото състояние на дружествата, влошават конкурентоспособността на водната енергия и възпрепятстват реализирането на нови проекти в сектора. За да бъдат избегнати неблагоприятните последици от тази политика, които ще се отразят най-чувствително на цената на енергията за обществото, неотложен приоритет е създаването на предвидима нормативна рамка, осигуряваща устойчивото развитие на сектора.

6. Анализ на оперативни данни за работата на мини водно-електрическа централа [A5]

6.1. Общи положения

Разделът разглежда въпрос, свързан с експлоатацията на водно-електрическа централа. Има изчислителна част за измерени и обработени електрически величини. Обработените данни са за период от три години за реална водно-електрическа централа и представляват стойности за активна и реактивна енергия. Анализът на тези данни и получените след обработката резултати е основа за определяне на възникващи зависимости и тенденции. Подготвените таблици, обхващащи резултатите от изчисленията, са създадени съгласно правилата на статистиката.

Основните видове електроцентрали за производство на електроенергия са въглищни или газови, ядрени, водно-електрически, вятърни или с други възобновяеми източници. Двата основни вида кинетични генератори, т.е. тези, които използват енергията на движение за производство на електроенергия, са водно-електрическите централи и вятърните турбини [28].

6.2. Технически съображения

Най-често основният компонент на енергийната система е трифазният генератор на променлив ток [29].

Необходимо е също да се спомене, че във връзка с производството на електроенергия, системите за съхранение на енергия са актуални в момента.

Водните ресурси са един от източниците на енергия. Разбира се, потенциалната водна енергия може да се използва, при условие че има достатъчен воден обем (дебит) и напор. Количеството вода за река или електроцентрала, което тече за единица време, се нарича дебит. Използването на потенциалната и кинетичната енергия във водата се осъществява с помощта

на водни турбини, които задвижват синхронни (понякога асинхронни, индукционни) генератори, използвани за производство на електроенергия [30].

Относно асинхронния генератор, особеност на режима на генератор, работещ паралелно с мрежата, е, че честотата на въртене на ротора трябва да е по-висока от тази в режим на двигател. Тогава започва да се отделя активна енергия. Съществуват и случаи на независима работа извън мрежата на асинхронни генератори, като например генератори със свързани кондензатори, от които се консумира реактивна мощност. Кондензаторите, свързани паралелно със статорните намотки, създават вид трептящ кръг, в който се извършва обмен на енергия.

От своя страна, синхронните електрически генератори са особено важен елемент в енергийния сектор, тъй като поддържат постоянна честота на мрежата, независимо от натоварването. Синхронните хидрогенератори нямат стандартна скала за номинална мощност и се произвеждат по поръчка.

Друго важно уточнение е, че генераторите на променлив ток имат предимство – всяко генерирано променливо напрежение може да се преобразува директно с трансформатор, независимо от стойността на началните му изходни параметри. Единственото условие е да има съвместимост между съпротивленията на трансформатора и генератора и техните напрежения.

Електрическите генератори имат различни видове загуби, които намаляват общата ефективност. Тези загуби включват резистивни загуби в медните (или алуминиевите) намотки, загуби в стоманата поради магнитен хистерезис и вихрови токове, както и механични загуби от триене.

Обикновено електроцентралите, независимо от техния тип, са оборудвани с повече от един електрически генератор, работещ паралелно. За да се свържат два генератора паралелно, те първо трябва да бъдат синхронизирани. Синхронизацията означава, че формата на вълната на изходното напрежение на

единия генератор трябва да съвпада с формата на вълната на изходното напрежение на другия по отношение на напрежение, честота и фазов ъгъл.

Някои технологични характеристики на ВЕЦ са:

- в България водно-електрическите централи осигуряват около 10% от годишното производство на електроенергия и 20-30% от инсталираните производствени мощности в електроенергийната система;
- те имат отлична маневреност и безопасност, стартират, зареждат и спират бързо, например могат да достигнат максималната си мощност в рамките на няколко минути; броят на пусканията и спиранията на агрегатите не е ограничен;
- годишната използваемост е 800-1000 часа (при 8760 часа годишно), в зависимост от валежите през дадена година;
- използват се за аварийен резерв и за регулиране на честотата и напрежението, а също така могат да се използват за покриване на нуждите от електроенергия при променливо търсене.;
- имат ниски оперативни и разходи за поддръжка – всички процеси лесно се автоматизират и телемеханизират, поради което броят на дежурния персонал е значително намален;
- те не замърсяват околната среда, но са в условия на постоянна влага.

Широко разпространеното използване на ВЕЦ е добре известно – понякога те се наричат „гръбнакът“ на производството на възобновяема енергия в Европа. Водно-електрическата енергия е възобновяем, незамърсяващ енергиен източник. Тя не отделя парникови газове и не произвежда токсични отпадъци. Въпреки че инвестициите, свързани с ВЕЦ, са сравнително големи, този сектор има още по-голям потенциал за развитие. Това се потвърждава от малките ВЕЦ, които играят ключова роля за постигането на европейските цели за производство на енергия от възобновяеми източници. Същевременно те

предлагат най-доброто оползотворяване на водните ресурси чрез производството на електроенергия. Много компании притежават ценно ноу-хау в тази област, което успешно прилагат на практика. Техните иновативни концепции и продукти предоставят на потребители от всякакъв мащаб възможността да генерират временно или постоянно електричество при различни експлоатационни условия, когато и където е необходимо. В допълнение към централите, които работят от десетилетия, в момента има нарастващ интерес към проектирането и изграждането на нови централи. В тази връзка е важно да се натрупат статистически данни за промените в определени величини и параметри за различни периоди от време и режими на работа. От друга страна, е възможна последваща обработка на такива натрупани данни съгласно определени правила.

Основната цел на настоящия раздел е изчислителна обработка на измерени данни от работата на ВЕЦ, с оглед откриване на тенденции и подобряване на оперативната работа.

6.3. Изчислителна част за измерени електрически величини

Във всички ВЕЦ се извършва търговско и понякога техническо измерване на електрическата енергия. Търговското измерване се използва за заплащане на електрическата енергия, произведена от конкретна ВЕЦ. Измерването на активна и реактивна енергия трябва да се извършва с минимален брой измервателни уреди. Уредите за измерване, контрол и анализ на електрическата енергия са основен инструмент за подобряване на енергийната ефективност. Въз основа на информацията, получена чрез оперативен мониторинг на енергийните параметри в реално време, събиране на аналитични данни и записване на отклонения, могат да се вземат управленски решения за оптимизиране на експлоатационните разходи на енергийните съоръжения.

Измерванията са в самата ВЕЦ за информация на собственика (технически измервания), те не са за търговски цели, т.е. не се заплаща за

произведената електроенергия въз основа на тези измервания! В противен случай различните тарифи (дневна, нощна, върхова) обхващат различни времеви интервали. Табл. 6.1 показва тези часови зони.

Необходимо е да се уточни, че Комисията за енергийно и водно регулиране определя прогнозна пазарна цена за всяка година съответно за производители, търговци на едро и търговци на дребно на електроенергия от ВЕЦ [24].

Изходните данни за обработка са измерени с електронни многофазни електромери за период от 3 години по дни и месеци за реална ВЕЦ (привидна, т.е. пълна мощност 450 kVA , 6300 V). Разглежданата централа е инсталирана и работи в Югозападния район на Република България. В региона се намират повече от 1/5 от речните и подпочвени води (или с други думи подпочвени води, които са вид подземни води, разположени над най-горния непроницаем почвен слой) на страната [19].

Табл. 6.1. Времеви зони за електроенергия.

Месеци	Върхова електроенергия - зони	Дневна електроенергия - зони	Нощна електроенергия - зони
Ноември, Декември, Януари, Февруари и Март	8÷11 18÷21	6÷8 11÷18 21÷22	22÷6
Април, Май, Юни, Юли, Септември и Октомври	8÷12 20÷22	7÷8 12÷20 22÷23	23÷7

Табл. 6.2 и Табл. 6.3 представят данни за произведената електроенергия през март 2023 г. За целия едногодишен период максималната стойност на произведената активна електроенергия е на 7 март 2024 г. – 4180.64 kWh .

Табл. 6.2. Дневна и нощна електроенергия, генерирани през м. март 2023.

Дневна електро- енергия	Еа+	Er+	Er–	Нощна електро- енергия	Еа+	Er+	Er–
Дата	kWh	kVArh	kVArh	Дата	kWh	kVArh	kVArh
01.03.2024	1722.0000	439.6800	0.0000	01.03.2024	1405.8400	118.3200	0.00000
02.03.2024	1606.8800	498.2400	0.0000	02.03.2024	1436.9600	109.3600	0.00000
03.03.2024	1811.8400	426.7200	0.0000	03.03.2024	1490.8000	72.4800	0.00000
04.03.2024	2129.8400	319.2000	6.8800	04.03.2024	1566.3200	92.6400	0.00000
05.03.2024	3464.8800	1022.7200	1.9200	05.03.2024	2028.3200	256.9600	23.6000
06.03.2024	3957.5200	1363.4400	0.0000	06.03.2024	3001.6000	371.1200	0.00000
07.03.2024	4180.6400	952.4000	0.0000	07.03.2024	3337.0400	267.9200	0.00000
08.03.2024	4174.2400	747.0400	0.0000	08.03.2024	3343.2000	220.4000	0.0000
09.03.2024	4166.0000	862.7200	0.0000	09.03.2024	3331.1200	215.2800	0.0000
10.03.2024	4133.6000	766.6400	0.0000	10.03.2024	3322.8800	239.6800	0.0000
11.03.2024	4099.0400	855.5200	0.0000	11.03.2024	3273.9200	219.8400	0.0000
12.03.2024	3954.5600	879.1200	0.0000	12.03.2024	3223.0400	228.4800	0.0000
13.03.2024	4039.8400	811.6000	0.0000	13.03.2024	3242.3200	247.6000	0.0000
14.03.2024	4091.6000	703.5200	0.0000	14.03.2024	3254.5600	233.0400	0.0000
15.03.2024	4069.3600	838.9600	0.0000	15.03.2024	3256.9600	218.3200	0.0000
16.03.2024	3832.6400	1069.8400	0.0000	16.03.2024	3135.7600	277.4400	0.0000
17.03.2024	3995.0400	927.9200	0.0000	17.03.2024	3114.9600	260.4000	0.0000
18.03.2024	3650.4000	1072.1600	0.0000	18.03.2024	3070.8000	290.3200	0.0000
19.03.2024	3404.2400	1123.0400	0.0000	19.03.2024	2833.5200	286.8800	0.0000
20.03.2024	3113.9200	1240.4000	0.0000	20.03.2024	2856.7200	292.2400	0.0000
21.03.2024	3391.6000	1097.2000	0.0000	21.03.2024	2842.4800	273.6800	0.0000
22.03.2024	2772.6400	1255.1200	0.0000	22.03.2024	2855.4400	286.4800	0.0000
23.03.2024	2995.1200	1203.6000	0.0000	23.03.2024	2584.4000	314.4000	0.0000
24.03.2024	2907.8400	1229.1200	0.0000	24.03.2024	2392.2400	341.6800	0.0000
25.03.2024	3445.1200	1048.4000	0.0000	25.03.2024	2305.3600	358.7200	0.0000
26.03.2024	3035.1200	1190.4000	0.0000	26.03.2024	2383.4400	298.0000	0.0000
27.03.2024	3273.4400	1035.6800	0.0000	27.03.2024	2791.8400	303.5200	0.0000
28.03.2024	3357.9200	943.5200	0.0000	28.03.2024	2438.0000	318.7200	0.0000
29.03.2024	2921.2000	1070.8000	0.0000	29.03.2024	2405.2000	301.9200	0.0000
30.03.2024	3525.5200	937.6000	0.0000	30.03.2024	2546.2400	798.4000	0.0000
31.03.2024	2974.8000	1134.6400	0.0000	31.03.2024	2703.3600	792.1600	0.0000

Табл. 6.3. Върхова електроенергия, генерирана през м. март 2023.

Върхова електро- енергия	Ea+	Er+	Er-
Дата	<i>kWh</i>	<i>kVArh</i>	<i>kVArh</i>
01.03.2024	1022.4800	289.7600	0.0000
02.03.2024	1025.6800	291.0400	0.0000
03.03.2024	1111.3600	252.0800	0.0000
04.03.2024	1282.8800	149.7600	1.8400
05.03.2024	2318.9600	649.4400	0.0000
06.03.2024	2440.8000	820.6400	0.0000
07.03.2024	2504.2400	640.4000	0.0000
08.03.2024	2502.7200	511.1200	0.0000
09.03.2024	2501.1200	523.2000	0.0000
10.03.2024	2481.6800	492.6400	0.0000
11.03.2024	2454.2400	528.3200	0.0000
12.03.2024	2205.1200	503.7600	2.7200
13.03.2024	2429.5200	569.3600	0.0000
14.03.2024	2457.8400	516.7200	0.0000
15.03.2024	2443.0400	520.8000	0.0000
16.03.2024	2296.8000	656.9600	0.0000
17.03.2024	2398.1600	574.1600	0.0000
18.03.2024	2260.5600	612.5600	0.0000
19.03.2024	2151.6000	685.2000	0.0000
20.03.2024	1902.5600	757.9200	0.0000
21.03.2024	2084.5600	664.3200	0.0000
22.03.2024	1883.0400	686.6400	0.0000
23.03.2024	1736.8800	754.7200	0.0000
24.03.2024	1745.2000	740.5600	0.0000
25.03.2024	1942.4000	712.0800	0.0000
26.03.2024	1992.0800	695.0400	0.0000
27.03.2024	1910.4800	720.7200	0.0000
28.03.2024	1953.6800	621.6800	0.0000
29.03.2024	1796.9600	670.0000	0.0000
30.03.2024	1972.8000	665.6800	0.0000
31.03.2024	1873.5200	678.8000	0.0000

При обработката на изходните данни са спазени правилата на математическата статистика, за да се получат релевантни резултати [11].

Табл. 6.4 представя резултати от изчисленията за всеки месец от август 2023 г. до юли 2024 г.

Табл. 6.4. Изчислителни резултати за всеки месец
от м. август 2023 до м. юли 2024.

Показател	$\bar{x}$	δ	σ^2	σ
Месец	Дневна електроенергия			
Август	1879.466	159.691	20298.13	142.472
Септември	1130.152	247.117	34480.96	185.691
Октомври	1695.957	421.186	90935.98	301.556
Ноември	1632.523	200.414	23679.92	153.883
Декември	1842.082	262.161	22824.17	151.077
Януари	1472.680	207.609	29552.64	171.909
Февруари	1730.509	398.632	49246.23	221.915
Март	3361.237	585.389	199594.82	446.760
Април	3583.843	457.442	32519.64	180.332
Май	3190.605	42.950	1416.42	37.635
Юни	2897.555	366.352	49720.16	222.980
Юли	2349.819	529.474	220224.21	469.281
Месец	Нощна електроенергия			
	$\bar{x}$	δ	σ^2	σ
Август	1124.116	263.808	30404.02	174.3675
Септември	840.101	156.277	14609.15	120.8683
Октомври	1365.538	347.612	66756.85	258.3735
Ноември	1341.688	160.378	12977.48	113.9188
Декември	1464.949	201.772	9587.19	97.91421
Януари	1168.041	162.541	14935.30	122.2101
Февруари	1379.369	308.029	30221.36	173.8429
Март	2702.408	480.372	114207.71	337.9463
Април	2872.416	347.139	27795.15	166.7188
Май	2545.631	48.962	5237.30	72.36922
Юни	2430.765	182.655	18259.92	135.1293
Юли	2024.527	361.250	104162.23	322.7417
Месец	Върхова електроенергия			
	$\bar{x}$	δ	σ^2	σ
Август	858.385	216.828	22121.73	148.734
Септември	630.419	112.539	6446.30	80.289
Октомври	1015.711	246.396	36200.93	190.265
Ноември	983.904	120.641	7365.69	85.823
Декември	1073.752	167.693	8299.96	91.104
Януари	883.845	126.317	10145.71	100.726
Февруари	1061.289	257.602	21091.73	145.230
Март	2034.934	343.380	69745.05	264.093
Април	2151.568	260.272	20732.67	143.989
Май	1911.221	24.824	483.25	21.983
Юни	1732.653	231.388	14992.88	122.445
Юли	1477.835	299.116	62777.73	250.555

6.4. Заключение

След извършени изчисления са определени средноаритметичните и дисперсионните стойности, както и отклоненията – средноаритметично и средноквадратично за генерираната активна електроенергия.

Относно генерираната реактивна електроенергия може да се коментира, че тя зависи от настройките на възбуждане на електрическите генератори, възможно е да има слаба мрежа или работа на празен ход, а със сигурност връзката е чрез кабели, които може да са неподходящи (предварително избрани с по-ниска цена и качество) или с голяма дължина поради заобикаляне на частни имоти или пътища. Всичко това се отнася за генерираната реактивна енергия (най-вероятно от капацитивен характер). За консумираната реактивна енергия обяснението би трябвало да бъде, че има налични някои асинхронни двигатели от система за собствените нужди на централата, които се нуждаят от такава енергия, за да работят нормално.

Обобщени изводи

Имайки предвид, различните определения за монография, може да се твърди, че представените резултати представляват като цяло кохерентен текст, фокусиран върху една определена тематика. Налице е оригинално изследване, предлагащо нещо ново – нови резултати или нова интерпретация на съществуващи резултати, при това утвърждава подход в определена научно-приложна изследователска област; представлява завършена серия от собствени изследвания и опит за нова легитимация на съществуваща изследователска област, като може да се използва в преподаването, т.е. съществува и образователен елемент.

В края на всеки раздел е извършен анализ на получените резултати и на тази основа се правят съответни изводи и препоръки.

Статистиката е математическа дисциплина, която изучава добиването на информация чрез анализ и интерпретация на емпирични данни, използвайки теорията на вероятностите. Използвайки статистиката са определени измерителите на разсейване – средноаритметична стойност, средноаритметично и средноквадратично отклонение, дисперсия. Важно е средноаритметичното отклонение, т.к. то е по-точна мярка от размаха (т.е. ширина на вариацията или числената разлика между крайните стойности).

Вижда се, че размахът и средната стойност имат свойството да надценяват различията между отделните единици в съвкупността по изучавания признак. Средноквадратичното (стандартно) отклонение и средноаритметичното такова са основните характеристики на статистическите разпределения. Средноаритметичното отклонение има свойството да подценява различията в сравнение със стандартното отклонение. Стандартното отклонение играе роля на най-точен и адекватен измерител на разсейването в съвкупността и затова е най-използвано.

По отношение на дисперсията – стремежът винаги е тя да е минимална.

Необходимо е отново да се уточни, че при статистическите обработки се използват стойностите на данните такива, каквито са, като и нулата също е стойност, а не липса на данни.

Публикации на автора по монографията

[A1] Рачев С., Анализиране на данни от експлоатацията на електрически дъгови пещи, Международна научна конференция УНИТЕХ 2022, 18-19 ноември 2022, Габрово, България, Сборник доклади т. I, стр. I-62÷I-67, ISSN 1313-230X.

[A2] Rachev S., M. Racheva, Analysis of Operational Data on the Work of Hydro Power Plant. International Scientific Journal "INDUSTRY 4.0", Bulgaria, Issue 6/2022, pp. 54-58. ISSN 2534-8582.

[A3] Rachev S., R. Turmanidze, V. Shilakadze. Statistical processing of data from the operation of a photovoltaic power plant, International Scientific Journal "INDUSTRY 4.0", 2024 20(1), pp. 108-110, 26-29 June 2024, Varna, Bulgaria. ISSN (Print) 2534-8582, ISSN (Web) 2534-997X.

<https://stumejournals.com/journals/i4/2024/4/134.full.pdf>

[A4] Rachev S.: Statistical Processing of Data from the Operation of a Wind Power Plant. In *2024 5th International Conference on Communications, Information, Electronic and Energy Systems (CIEES)*, pp. 1-6, 2024. IEEE.

ISBN: 979-835035286-3 DOI: 10.1109/CIEES62939.2024.10811349

[https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85216572819&doi=10.1109%2fCIEES62939.2024.10811349&partnerID=40&md5=0c7ae862770a856589b866d8bc754b51)

[85216572819&doi=10.1109%2fCIEES62939.2024.10811349&partnerID=40&md5=0c7ae862770a856589b866d8bc754b51](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85216572819&doi=10.1109%2fCIEES62939.2024.10811349&partnerID=40&md5=0c7ae862770a856589b866d8bc754b51)

[A5] Rachev S., Racheva M., Dimitrov L.: Data processing of energy generated by hydroelectric power plant (2025), *E3S Web of Conferences*. Vol. 638, art. no. 02005. EDP Sciences, 2025. ISSN: 2555-0403

DOI: 10.1051/e3sconf/202563802005

[https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-105012171264&doi=10.1051%2fe3sconf%2f202563802005&partnerID=40&md5=a92db620114d21fd808c9a153d05e568)

[105012171264&doi=10.1051%2fe3sconf%2f202563802005&partnerID=40&md5=a92db620114d21fd808c9a153d05e568](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-105012171264&doi=10.1051%2fe3sconf%2f202563802005&partnerID=40&md5=a92db620114d21fd808c9a153d05e568)

Литература

- [1] <https://www.me.government.bg/>.
- [2] Тонков Т., Теория на вероятностите и математическа статистика, Техника, С., 1984. УДК 519.2 (075.8).
- [3] Moses, L. E. (1986). Think and explain with statistics. Addison-Wesley, 1-3.
- [4] Moore, D. S. (1992). Teaching statistics as a respectable subject. *Statistics for the twenty-first century*, 1, 14-25.
- [5] <https://www.nsi.bg/>
- [6] www.telegraph.bg
- [7] www.bgdnes.bg
- [8] Рачев С., Д. Коева Д., Л. Димитров, Електрообзавеждане, Габрово, УИ „Васил Априлов”, 2018 // Rachev S., D. Koeva, L. Dimitrov, Elektroobzavezhane, Gabrovo, UI „Vasil Aprilov”, 2018.
- [9] Стоянов С., Ц. Цанев, Електрообзавеждане на производствени агрегати, София, Техника, 1990 // Stoyanov S., Ts. Tsanev, Elektroobzavezhane na proizvodstveni agregati, Sofia, Tehnika, 1990.
- [10] Стоянов С., Г. Ковачев, Рационално използване на енергията в електрическите пещи, София, Техника, 1983. // Stoyanov S., G. Kovachev. Ratsionalno izpolzvane na energiyata v elektricheskite peshti, Sofia, Tehnika, 1983.
- [11] Chance, B. L., & Rossman, A. J. (2006). Investigating statistical concepts, applications and methods (pp. 172-189). Harrisonburg: Duxbury.
- [12] <https://www.stringmeteo.com/>
- [13] www.iea.org
- [14] <https://powerindustry-bulgaria.com/>

- [15] Public register of installations for the production of electricity from renewable energy sources <https://www.veiregistar.bg/object/vtets-vetrokom>
- [16] <http://travelwithdrone.com/renewable-energy/>
- [17] Multilingual open-content collaborative map <https://wikimapia.org>
- [18] Mathcad software User's Manual <https://www.mathcad.com/>
- [19] <https://bg.wikipedia.org/wiki/>
- [20] <https://eur-lex.europa.eu/>
- [21] <https://commission.europa.eu/>
- [22] <http://solargis.info/free-solar-maps>
- [23] <https://www.eso.bg/>
- [24] <https://www.dker.bg/>
- [25] www.standartnews.com
- [26] Renewables Global Status Report 2006 Update, Wayback Machine, *REN21*, 2006, p. 20.
- [27] <https://hidro-energia.org/>
- [28] Menictas, C., Skyllas-Kazacos, M., & Lim, T. M. (Eds.). (2014). Advances in batteries for medium and large-scale energy storage: types and applications. Elsevier.
- [29] Fuchs, E. F., & Masoum, M. A. (2023). Power Quality in Power Systems, Electrical Machines, and Power-Electronic Drives. Academic Press.
- [30] Rizzoni, G. (1993). Principles and Applications of Electrical Engineering. Richard D Irwin. Inc., Boston, *MA*.

Приложения

КЪМ РАЗДЕЛ 2

Дневна енергия – пещ 1

	Дата и време	Еа купува [kWh]	Ер индуктивна	Ер капацитивна	Среден Со	Сума Еа куп.
1	01.01.2009	0	0	7,981000215	0	0
2	02.01.2009	0	0	8,058000162	0	0
3	03.01.2009	1293,035989	316,9849997	527,514002	0,971241	115,080206
4	04.01.2009	1479,389998	424,9850028	512,6199987	0,961128	131,665712
5	05.01.2009	859,7839971	462,8030014	225,1470013	0,880538	76,5207774
6	06.01.2009	1077,35501	597,9219964	278,9979983	0,874367	95,8845962
7	07.01.2009	0	0	7,832000077	0	0
8	08.01.2009	0	0	7,989000112	0	0
9	09.01.2009	244,6539995	101,6100001	79,98699868	0,923517	21,7742064
10	10.01.2009	572,0730007	271,6520016	184,8899995	0,903328	50,9144978
11	11.01.2009	293,6110005	101,4140022	122,4929997	0,945205	26,1313793
12	12.01.2009	0,002	0	1,887999997	1	0,000178
13	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0
18	18.01.2009	0,335999995	0,481000006	143,8049955	0,572661	0,029904
19	19.01.2009	0,008	0,052000002	10,51200001	0,152057	0,000712
20	20.01.2009	0,009	0,003	10,42099993	0,948683	0,000801
21	21.01.2009	0	0	7,892999932	0	0
22	22.01.2009	0	0	7,965000093	0	0
23	23.01.2009	235,3460028	381,2930057	21,71399942	0,525237	20,9457943
24	24.01.2009	613,1859918	396,6059986	186,8769997	0,839671	54,5735551
25	25.01.2009	64,71999886	18,37899971	28,95799972	0,961964	5,76008007
26	26.01.2009	0,003	0	10,34699996	1	0,000267
27	27.01.2009	422,661998	168,6949983	170,9049971	0,928757	37,6169188
28	28.01.2009	919,5490017	355,1320004	212,7930015	0,932849	81,8398631
29	29.01.2009	0	0	7,921000004	0	0
30	30.01.2009	1171,818999	325,7240016	473,676999	0,963472	104,291892
31	31.01.2009	684,186002	564,9549985	164,309	0,771096	60,8925548

Нощна енергия – пещ 1

	Дата и време	Еа купува [kWh]	Ер индуктив	Ер капацит	Среден Cos	Сума Еа куп. [лв.]
1	01.01.2009	0	0	6,461	0	0
2	02.01.2009	62,79200101	224,560999	5,368	0,26929156	3,453559972
3	03.01.2009	818,3139954	920,694005	34,93	0,66432725	45,00727007
4	04.01.2009	969,7699938	569,003	264,79	0,86249724	53,33734921
5	05.01.2009	856,997004	371,273002	237,222	0,9175917	47,1348348
6	06.01.2009	556,0529983	318,724002	166,226	0,86758409	30,5829149
7	07.01.2009	0	0	6,594	0	0
8	08.01.2009	0	0	6,592	0	0
9	09.01.2009	287,3629944	45,5699992	120,342	0,98765849	15,80496483
10	10.01.2009	66,33599961	118,551001	6,028	0,4883088	3,648480079
11	11.01.2009	533,9459973	348,524	129,743	0,83739644	29,36702955
12	12.01.2009	0,009	0	6,655	1	0,000495
13	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0
18	18.01.2009	0	0	1,862	0	0
19	19.01.2009	0,004	0	8,472	1	0,00022
20	20.01.2009	0,018	0,002	8,218	0,99388373	0,00099
21	21.01.2009	0	0	6,718	0	0
22	22.01.2009	0	0	6,496	0	0
23	23.01.2009	0	0	4,837	0	0
24	24.01.2009	0,008	0	2,069	1	0,00044
25	25.01.2009	0,02	0	9,15	1	0,0011
26	26.01.2009	0,009	0	8,817	1	0,000495
27	27.01.2009	0,061000001	0	8,632	1	0,003355
28	28.01.2009	380,7510009	456,273001	5,222	0,64070414	20,9413049
29	29.01.2009	0	0	7,389	0	0
30	30.01.2009	24,23699969	25,3480005	9,028	0,6910899	1,333034976
31	31.01.2009	465,9079966	231,732001	117,987	0,89536457	25,62493989

Върхова енергия – пещ 1

	Дата и време	Еа купува	Ер индуктивна	Ер капацитивна	Среден Cos	Сума Еа куп. [лв.]
1	01.01.2009	0	0	4,885000095	0	0
2	02.01.2009	0	0	4,752000049	0	0
3	03.01.2009	917,303	122,1560006	406,6409962	0,99124927	132,0916269
4	04.01.2009	733,825	101,6020003	292,1889993	0,9905507	105,6707953
5	05.01.2009	680,112	326,7959994	177,0899985	0,90134604	97,93612397
6	06.01.2009	462,949	362,0040039	98,56399906	0,78775592	66,66465342
7	07.01.2009	0	0	5,001000091	0	0
8	08.01.2009	0	0	4,683000073	0	0
9	09.01.2009	297,14	50,08999972	162,1119997	0,98608728	42,78815805
10	10.01.2009	309,576	104,3730007	124,2399981	0,94759323	44,57894226
11	11.01.2009	415,203	63,09400071	220,8889994	0,98865036	59,78922938
12	12.01.2009	0,009	0	0,568000004	1	0,001296
13	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0
18	18.01.2009	0,002	0	2,928000033	1	0,000288
19	19.01.2009	0,007	0	4,827999979	1	0,001008
20	20.01.2009	0,028	0	6,398000017	1	0,004032
21	21.01.2009	0	0	4,794999897	0	0
22	22.01.2009	0	0	4,874000058	0	0
23	23.01.2009	0	0	2,817000017	0	0
24	24.01.2009	1822,378	820,1230027	642,5230036	0,9119116	262,4224261
25	25.01.2009	165,409	0,161000002	60,08000015	0,99999953	23,81889545
26	26.01.2009	0,01	0	6,048000023	1	0,00144
27	27.01.2009	131,113	33,7999994	45,84099974	0,96834093	18,88027118
28	28.01.2009	230,991	210,2159981	43,94099922	0,73958271	33,26270216
29	29.01.2009	0	0	4,829999954	0	0
30	30.01.2009	828,942	280,6459955	267,6359967	0,94718786	119,3676434
31	31.01.2009	386,557	251,8170017	119,4640006	0,83789353	55,6642057

КЪМ РАЗДЕЛ 3

ВяЕЦ – Част от измерени данни за конкретен период от време

<i>No</i>	<i>Time Stamp</i>	<i>Active Power</i> <i>MW</i>	<i>Reactive Power</i> <i>MVar</i>	<i>Voltage</i> <i>kV</i>
5244	16/10/2023 00:00:00	2.66	-1.59	121.10
5245	16/10/2023 01:00:00	0.01	-0.03	121.49
5246	16/10/2023 02:00:00	3.75	-0.74	122.00
5247	16/10/2023 03:00:00	27.13	-4.12	121.80
5248	16/10/2023 04:00:00	49.75	-8.43	121.49
5249	16/10/2023 05:00:00	61.91	-11.58	121.29
5250	16/10/2023 06:00:00	68.93	-13.91	120.98
5251	16/10/2023 07:00:00	66.70	-13.31	119.91
5252	16/10/2023 08:00:00	64.42	-12.41	119.51
5253	16/10/2023 09:00:00	62.78	-12.09	118.36
5254	16/10/2023 10:00:00	62.70	-11.89	118.44
5255	16/10/2023 11:00:00	64.01	-12.25	118.90
5256	16/10/2023 12:00:00	61.60	-11.52	118.65
5257	16/10/2023 13:00:00	62.59	-11.72	119.31
5258	16/10/2023 14:00:00	61.62	-11.48	118.75
5259	16/10/2023 15:00:00	59.12	-10.74	118.59
5260	16/10/2023 16:00:00	49.98	-8.42	119.28
5261	16/10/2023 17:00:00	43.06	-6.95	120.07
5262	16/10/2023 18:00:00	35.24	-5.43	120.21
5263	16/10/2023 19:00:00	28.32	-4.21	119.12
5264	16/10/2023 20:00:00	15.03	-2.41	118.44
5265	16/10/2023 21:00:00	5.89	-1.94	119.08
5266	16/10/2023 22:00:00	1.38	-0.88	119.69
5267	16/10/2023 23:00:00	0.00	0.00	120.14

КЪМ РАЗДЕЛ 4

ФЕЦ – Част от измерени данни за конкретен период от време

PV Power Plant 25 MWp	Active power					Reactive power				
	Current Value	Average Value	Integral Value	Minimum Value	Maximum Value	Current Value	Average Value	Integral Value	Minimum Value	Maximum Value
02/08/2020 06:30:00	-0.06	-0.07	-0.02	-0.07	-0.06	-0.02	-0.02	-0.01	-0.04	-0.02
02/08/2020 06:45:00	-0.56	-0.28	-0.07	-0.56	0.00	-0.07	-0.02	-0.01	-0.07	-0.02
02/08/2020 07:00:00	-1.06	-0.76	-0.19	-1.06	-0.56	-0.14	-0.10	-0.03	-0.17	0.17
02/08/2020 07:15:00	-2.03	-1.68	-0.42	-2.08	-1.06	-0.11	-0.11	-0.03	-0.15	-0.07
02/08/2020 07:30:00	-3.62	-2.85	-0.71	-3.62	-2.03	-0.12	-0.25	-0.06	-0.43	0.05
02/08/2020 07:45:00	-4.98	-3.99	-1.00	-4.98	-3.61	-0.15	-0.15	-0.04	-0.38	0.15
02/08/2020 08:00:00	-6.12	-4.81	-1.20	-6.12	-3.42	0.01	-0.03	-0.01	-0.33	0.18
02/08/2020 08:15:00	-6.52	-6.67	-1.67	-6.88	-6.12	0.00	0.02	0.00	-0.35	0.20
02/08/2020 08:30:00	-8.00	-7.11	-1.78	-8.00	-5.70	0.00	0.05	0.01	-0.21	0.21
02/08/2020 08:45:00	-9.57	-8.76	-2.19	-9.57	-8.00	0.23	0.07	0.02	-0.22	0.45
02/08/2020 09:00:00	-11.20	-10.30	-2.58	-11.20	-9.57	0.25	0.17	0.04	-0.45	0.50
02/08/2020 09:15:00	-12.37	-11.80	-2.95	-12.37	-11.20	0.38	0.14	0.03	-0.38	0.75
02/08/2020 09:30:00	-13.34	-12.91	-3.23	-13.34	-12.37	0.40	0.30	0.07	0.00	0.89
02/08/2020 09:45:00	-14.51	-14.00	-3.50	-14.51	-13.34	0.42	0.59	0.15	0.00	1.34
02/08/2020 10:00:00	-15.73	-15.05	-3.76	-15.73	-14.51	0.88	1.03	0.26	0.42	1.58
02/08/2020 10:15:00	-16.86	-16.26	-4.06	-16.86	-15.73	1.66	1.46	0.37	0.54	1.83
02/08/2020 10:30:00	-17.78	-17.36	-4.34	-17.78	-16.86	1.91	1.80	0.45	1.47	1.99
02/08/2020 10:45:00	-18.63	-18.26	-4.57	-18.63	-17.78	2.12	2.10	0.53	1.81	2.28
02/08/2020 11:00:00	-19.13	-19.03	-4.76	-19.25	-18.63	2.51	2.39	0.60	2.12	2.64
02/08/2020 11:15:00	-19.77	-19.48	-4.87	-19.77	-19.13	2.54	2.65	0.66	2.43	2.82
02/08/2020 11:30:00	-20.60	-20.08	-5.02	-20.60	-19.77	2.92	2.82	0.70	2.54	2.98
02/08/2020 11:45:00	-21.60	-20.95	-5.24	-21.60	-20.44	3.42	3.09	0.77	2.86	3.42
02/08/2020 12:00:00	-18.68	-20.94	-5.24	-22.23	-18.52	3.88	3.54	0.88	3.16	3.95
02/08/2020 12:15:00	-17.48	-15.11	-3.78	-20.96	-9.65	2.57	3.63	0.91	2.49	4.38
02/08/2020 12:30:00	-22.26	-21.61	-5.40	-23.37	-17.37	2.36	1.61	0.40	0.00	3.59
02/08/2020 12:45:00	-12.02	-19.03	-4.76	-23.18	-10.86	4.35	4.09	1.02	2.18	5.03
02/08/2020 13:00:00	-22.78	-18.72	-4.68	-23.17	-10.83	0.49	3.13	0.78	0.00	4.88
02/08/2020 13:15:00	-23.17	-22.42	-5.61	-23.24	-20.86	4.68	2.99	0.75	-0.41	4.90
02/08/2020 13:30:00	-23.36	-15.53	-3.88	-23.36	-6.07	4.74	4.49	1.12	3.47	4.95
02/08/2020 13:45:00	-7.78	-15.00	-3.75	-23.36	-7.78	4.89	2.29	0.57	-0.22	5.02
02/08/2020 14:00:00	-16.32	-10.11	-2.53	-16.32	-7.51	0.23	1.83	0.46	-0.49	4.98
02/08/2020 14:15:00	-13.14	-19.95	-4.99	-24.06	-12.77	1.96	0.26	0.06	-0.44	1.96
02/08/2020 14:30:00	-19.44	-12.09	-3.02	-19.44	-7.09	0.51	3.53	0.88	0.50	5.62
02/08/2020 14:45:00	-21.94	-15.73	-3.93	-21.94	-12.59	2.89	0.92	0.23	-0.45	2.89
02/08/2020 15:00:00	-9.74	-15.81	-3.95	-23.34	-8.10	4.12	1.71	0.43	0.00	4.12
02/08/2020 15:15:00	-14.18	-11.29	-2.82	-16.53	-7.31	0.25	2.29	0.57	-0.22	4.99
02/08/2020 15:30:00	-18.87	-15.67	-3.92	-22.02	-10.32	1.41	0.64	0.16	-0.43	2.06
02/08/2020 15:45:00	-9.39	-13.71	-3.43	-18.87	-9.39	2.76	1.86	0.46	0.00	4.23
02/08/2020 16:00:00	-4.74	-5.23	-1.31	-9.39	-4.60	0.25	1.15	0.29	0.00	2.76
02/08/2020 16:15:00	-4.90	-4.80	-1.20	-4.95	-4.66	0.00	0.02	0.00	-0.18	0.25
02/08/2020 16:30:00	-4.02	-4.69	-1.17	-5.30	-3.83	0.00	0.00	0.00	-0.35	0.18
02/08/2020 16:45:00	-6.35	-7.47	-1.87	-13.77	-4.02	-0.15	-0.01	0.00	-0.33	0.18
02/08/2020 17:00:00	-4.30	-5.68	-1.42	-8.55	-4.25	0.20	0.17	0.04	-0.35	1.37

КЪМ РАЗДЕЛ 5

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. януари 2001 г.

	Зона	Обмен	Ново	Старо	Разлика	Продадена активна ел.енергия kWh	Ел. енергия kVArh	
Активна енергия	I - нощна	продава	211110	210410	700	21000		
		купува						
	II - дневна	продава	270680	270420	260	7800		
		купува						
	III - върхова	продава	196700	196220	480	14400		
		купува						
Общо продадена активна енергия						43200		
Реактивна енергия	I - нощна	продава						
		купува						
	II - дневна	продава	155270	154510	760		22800	
		купува						
	Общо продадена реактивна енергия						22800	
	Общо купена реактивна енергия							

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. февруари 2001 г.

	Зона	Обмен	Ново	Старо	Разлика	Продадена активна ел.енергия kWh	Ел. енергия kVArh	
Активна енергия	I - нощна	продава	211960	211110	850	25500		
		купува						
	II - дневна	продава	271900	270680	1220	36600		
		купува						
	III - върхова	продава	197970	196700	1270	38100		
		купува						
Общо продадена активна енергия						100200		
Реактивна енергия	I - нощна	продава						
		купува						
	II - дневна	продава	156100	155270	830		24900	
		купува						
	Общо продадена реактивна енергия						24900	
	Общо купена реактивна енергия							

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. март 2001 г.

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. март 2004 г.							
	Зона	Обмен	Ново	Старо	Разлика	Продадена активна ел.енергия kWh	Ел. енергия kVArh
Активна енергия	I - нощна	продава	214000	211960	2040	61200	
		купува					
	II - дневна	продава	274600	271900	2700	81000	
		купува					
	III - върхова	продава	200100	197970	2130	63900	
		купува					
	Общо продадена активна енергия					206100	
Реактивна енергия	I - нощна	продава					
		купува					
	II - дневна	продава	157310	156100	1210		36300
		купува					
	Общо продадена реактивна енергия						36300
	Общо купена реактивна енергия						

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. април 2001 г.

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. април 2004 г.							
	Зона	Обмен	Ново	Старо	Разлика	Продадена активна ел.енергия kWh	Ел. енергия kVArh
Активна енергия	I - нощна	продава	218200	214000	4200	126000	
		купува					
	II - дневна	продава	280000	274600	5400	162000	
		купува					
	III - върхова	продава	203850	200100	3750	112500	
		купува					
	Общо продадена активна енергия					400500	
Реактивна енергия	I - нощна	продава					
		купува					
	II - дневна	продава	158000	157310	690		20700
		купува					
	Общо продадена реактивна енергия						20700
	Общо купена реактивна енергия						

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. май 2001 г.

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. май 2004 г.							
	Зона	Обмен	Ново	Старо	Разлика	Продадена активна ел.енергия kWh	Ел. енергия kVArh
Активна енергия	I - нощна	продава	221500	218200	3300	99000	
		купува					
	II - дневна	продава	284500	280000	4500	135000	
		купува					
	III - върхова	продава	206900	203850	3050	91500	
		купува					
	Общо продадена активна енергия					325500	
Реактивна енергия	I - нощна	продава					
		купува					
	II - дневна	продава	159000	158000	1000		30000
		купува					
	Общо продадена реактивна енергия						
Общо купена реактивна енергия							

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. юни 2001 г.

	Зона	Обмен	Ново	Старо	Разлика	Продадена активна ел.енергия kWh	Ел. енергия kVArh	
Активна енергия	I - нощна	продава	222950	221500	1450	43500		
		купува						
	II - дневна	продава	286500	284500	2000	60000		
		купува						
	III - върхова	продава	208800	206900	1900	57000		
		купува						
Общо продадена активна енергия						160500		
Реактивна енергия	I - нощна	продава						
		купува						
	II - дневна	продава	161900	159000	2900		87000	
		купува						
	Общо продадена реактивна енергия						87000	
	Общо купена реактивна енергия							

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. юли 2001г.

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. юли 2004г.							
	Зона	Обмен	Ново	Старо	Разлика	Продадена активна ел.енергия kWh	Ел. енергия kVArh
Активна енергия	I - нощна	продава	223600	222950	650	19500	
		купува					
	II - дневна	продава	287400	286500	900	27000	
		купува					
	III - върхова	продава	210000	208800	1200	36000	
		купува					
	Общо продадена активна енергия					82500	
Реактивна енергия	I - нощна	продава					
		купува					
	II - дневна	продава	162600	161900	700		21000
		купува					
	Общо продадена реактивна енергия						21000
	Общо купена реактивна енергия						

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. август 2001 г.

Купена и продадена активна и реактивна енергия за м. август 2007 г.							
	Зона	Обмен	Ново	Старо	Разлика	Продадена активна ел.енергия kWh	Ел. енергия kVArh
Активна енергия	I - нощна	продава	78348	78332	16	480	
		купува					
	II - дневна	продава	52063	52042	21	630	
		купува					
	III - върхова	продава	91603	91584	19	570	
		купува					
	Общо продадена активна енергия					1680	
Реактивна енергия	I - нощна	продава					
		купува					
	II - дневна	продава	163300	162600	700		21000
		купува					
	Общо продадена реактивна енергия						21000
	Общо купена реактивна енергия						

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. септември 2001 г.

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. септември 2004 г.

	Зона	Обмен	Ново	Старо	Разлика	Продадена активна ел.енергия kWh	Ел. енергия kVArh
Активна енергия	I - нощна	продава	224190	223900	290	8700	
		купува					
	II - дневна	продава	288320	287700	620	18600	
		купува					
	III - върхова	продава	211030	210500	530	15900	
		купува					
	Общо продадена активна енергия					43200	
Реактивна енергия	I - нощна	продава					
		купува					
	II - дневна	продава	164080	163300	780		23400
		купува					
	Общо продадена реактивна енергия						23400
	Общо купена реактивна енергия						

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. октомври 2001 г.

	Зона	Обмен	Ново	Старо	Разлика	Продадена активна ел.енергия kWh	Ел. енергия kVArh	
Активна енергия	I - нощна	продава	224340	223190	150	4500		
		купува						
	II - дневна	продава	288530	288320	210	6300		
		купува						
	III - върхова	продава	211690	211030	660	19800		
		купува						
Общо продадена активна енергия						30600		
Реактивна енергия	I - нощна	продава						
		купува						
	II - дневна	продава	164970	164080	890		26700	
		купува						
	Общо продадена реактивна енергия						26700	
	Общо купена реактивна енергия							

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. ноември 2001 г.

	Зона	Обмен	Ново	Старо	Разлика	Продадена активна ел.енергия kWh	Ел. енергия kVArh
Активна енергия	I - нощна	продава	224560	224340	220	660	
		купува					
	II - дневна	продава	288940	288530	410	12300	
		купува					
	III - върхова	продава	212280	211690	590	17700	
		купува					
Общо продадена активна енергия						30660	
Реактивна енергия	I - нощна	продава					
		купува					
	II - дневна	продава	165790	164970	820		24600
		купува					
	Общо продадена реактивна енергия						
Общо купена реактивна енергия							

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. декември 2001 г.

	Зона	Обмен	Ново	Старо	Разлика	Продадена активна ел.енергия kWh	Ел. енергия kVArh
Активна енергия	I - нощна	продава	224880	224560	320	9600	
		купува					
	II - дневна	продава	289380	288940	440	13200	
		купува					
	III - върхова	продава	213010	212280	730	21900	
		купува					
Общо продадена активна енергия						44700	
Реактивна енергия	I - нощна	продава					
		купува					
	II - дневна	продава	166550	165790	760		22800
		купува					
	Общо продадена реактивна енергия						
Общо купена реактивна енергия							

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. януари 2002 г.

купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. януари 2002 г.

	Зона	Обмен	Ново	Старо	Разлика	Продадена активна ел.енергия kWh	Ел. енергия kVArh	
Активна енергия	I - нощна	продава	250	10	240	7200		
		купува	10	10	0			
	II - дневна	продава	600	90	510	15300		
		купува	20	20	0			
	III - върхова	продава	1700	800	900	27000		
		купува	0	0	0			
	Общо продадена активна енергия					49500		
Реактивна енергия	I - нощна	продава	150	35	115		3450	
		купува	10	5	5		150	
	II - дневна	продава	800	280	520		15600	
		купува	90	45	45		13500	
		Общо продадена реактивна енергия						19050
		Общо купена реактивна енергия						13650

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. февруари 2002 г.

Активна енергия								
	Зона	Обмен	Ново	Старо	Разлика	Продадена активна ел.енергия kWh	Ел. енергия kVArh	
Активна енергия	I - нощна	продава	1400	250	1150	34500		
		купува	10	10	0			
	II - дневна	продава	2050	600	1450	43500		
		купува	20	20	0			
	III - върхова	продава	3050	1700	1350	40500		
		купува	0	0	0			
	Общо продадена активна енергия					118500		
Реактивна енергия								
Реактивна енергия	I - нощна	продава	500	150	350		10500	
		купува	50	10	40		1200	
	II - дневна	продава	1200	800	400		1200	
		купува	300	90	210		6300	
		Общо продадена реактивна енергия						22500
		Общо купена реактивна енергия						7500

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. март 2002 г.

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. март 2002 г.								
	Зона	Обмен	Ново	Старо	Разлика	Продадена активна ел.енергия kWh	Ел. енергия kVArh	
Активна енергия	I - нощна	продава	5400	1400	4000	120000		
		купува	10	10	0			
	II - дневна	продава	7800	2050	5750	172500		
		купува	20	20	0			
	III - върхова	продава	6900	3050	3850	115500		
		купува	0	0	0			
	Общо продадена активна енергия					408000		
Реактивна енергия	I - нощна	продава	1220	500	720		21600	
		купува	120	50	70		2100	
	II - дневна	продава	2000	1200	800		24000	
		купува	600	300	300		9000	
		Общо продадена реактивна енергия						45600
		Общо купена реактивна енергия						11100

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. април 2002 г.

	Зона	Обмен	Ново	Старо	Разлика	Продадена активна ел.енергия kWh	Ел. енергия kVArh	
Активна енергия	I - нощна	продава	12700	5400	7300	219000		
		купува	10	10	0			
	II - дневна	продава	17300	7800	9500	285000		
		купува	20	20	0			
	III - върхова	продава	12800	6900	5900	177000		
		купува	0	0	0			
Общо продадена активна енергия						681000		
Реактивна енергия	I - нощна	продава	1700	1220	480		14400	
		купува	650	120	530		15900	
	II - дневна	продава	2400	2000	400		12000	
		купува	2000	600	1400		42000	
	Общо продадена реактивна енергия							26400
	Общо купена реактивна енергия							57900

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. май 2002 г.

	Зона	Обмен	Ново	Старо	Разлика	Продадена активна ел.енергия kWh	Ел. енергия kVArh	
Активна енергия	I - нощна	продава	15900	12700	3200	96000		
		купува	10	10	0			
	II - дневна	продава	21800	17300	4500	135000		
		купува	20	20	0			
	III - върхова	продава	16000	12800	3200	96000		
		купува	0	0	0			
	Общо продадена активна енергия					327000		
Реактивна енергия	I - нощна	продава	1800	1700	100		3000	
		купува	900	650	250		7500	
	II - дневна	продава	2500	2400	100		3000	
		купува	2600	2000	600		18000	
		Общо продадена реактивна енергия						6000
		Общо купена реактивна енергия						25500

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. юни 2002 г.

	Зона	Обмен	Ново	Старо	Разлика	Продадена активна ел.енергия kWh	Ел. енергия kVArh	
Активна енергия	I - нощна	продава	18700	15900	2800	84000		
		купува	10	10	0			
	II - дневна	продава	25300	21800	3500	105000		
		купува	20	20	0			
	III - върхова	продава	18050	16000	2050	61500		
		купува	0	0	0			
	Общо продадена активна енергия					250500		
Реактивна енергия	I - нощна	продава	1930	1800	130		3900	
		купува	1200	900	300		9000	
	II - дневна	продава	2700	2500	200		6000	
		купува	3200	2600	600		18000	
		Общо продадена реактивна енергия						9900
		Общо купена реактивна енергия						27000

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. юли 2002 г.

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. юни 2002 г.								
	Зона	Обмен	Ново	Старо	Разлика	Продадена активна ел.енергия kWh	Ел. енергия kVArh	
Активна енергия	I - нощна	продава	20900	18700	2200	66000		
		купува	10	10	0			
	II - дневна	продава	28100	25300	2800	84000		
		купува	20	20	0			
	III - върхова	продава	19720	18050	1670	50100		
		купува	0	0	0			
	Общо продадена активна енергия					200100		
Реактивна енергия	I - нощна	продава	2060	1930	130		3900	
		купува	1500	1200	300		9000	
	II - дневна	продава	2900	2700	200		6000	
		купува	3700	3200	500		15000	
		Общо продадена реактивна енергия						9900
		Общо купена реактивна енергия						24000

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. август 2002 г.

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. август 2002 г.

	Зона	Обмен	Ново	Старо	Разлика	Продадена активна ел.енергия kWh	Ел. енергия kVArh	
Активна енергия	I - нощна	продава	26000	20900	5100	153000		
		купува	10	10	0			
	II - дневна	продава	34500	28100	6400	192000		
		купува	20	20	0			
	III - върхова	продава	24000	19720	4280	128400		
		купува	0	0	0			
	Общо продадена активна енергия					473400		
Реактивна енергия	I - нощна	продава	3000	2060	940		28200	
		купува	2100	1500	600		18000	
	II - дневна	продава	4500	2900	1600		48000	
		купува	4000	3700	300		9000	
		Общо продадена реактивна енергия						76200
		Общо купена реактивна енергия						27000

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. септември 2002 г.

	Зона	Обмен	Ново	Старо	Разлика	Продадена активна ел.енергия kWh	Ел. енергия kVArh
Активна енергия	I - нощна	продава	28300	26000	2300	69000	
		купува	10	10	0		
	II - дневна	продава	37470	34500	2970	89100	
		купува	20	20	0		
	III - върхова	продава	25400	24000	1400	42000	
		купува	0	0	0		
	Общо продадена активна енергия						200100
Реактивна енергия	I - нощна	продава	3200	3000	200		6000
		купува	2200	2100	100		3000
	II - дневна	продава	5600	4500	1100		33000
		купува	4100	4000	100		3000
	Общо продадена реактивна енергия						39000
	Общо купена реактивна енергия						6000

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. октомври 2002 г.

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. октомври 2002 г.

	Зона	Обмен	Ново	Старо	Разлика	Продадена активна ел.енергия kWh	Ел. енергия kVArh	
Активна енергия	I - нощна	продава	30870	28300	2570	76950		
		купува	15	10	5			
	II - дневна	продава	40950	37470	3480	104250		
		купува	25	20	5			
	III - върхова	продава	27570	25400	2170	64800		
		купува	10	0	10			
	Общо продадена активна енергия					246000		
Реактивна енергия	I - нощна	продава	3300	3200	100		3000	
		купува	2500	2200	300		9000	
	II - дневна	продава	5900	5600	300		9000	
		купува	4200	4100	100		3000	
		Общо продадена реактивна енергия						12000
		Общо купена реактивна енергия						12000

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. ноември 2002 г.

	Зона	Обмен	Ново	Старо	Разлика	Продадена активна ел.енергия kWh	Ел. енергия kVArh	
Активна енергия	I - нощна	продава	34400	30870	3530	105900		
		купува	15	15	0			
	II - дневна	продава	45350	40950	4400	132000		
		купува	25	25	0			
	III - върхова	продава	30300	27570	2730	81900		
		купува	10	10	0			
	Общо продадена активна енергия						319800	
Реактивна енергия	I - нощна	продава	3400	3300	100		3000	
		купува	2800	2500	300		9000	
	II - дневна	продава	5700	5600	100		3000	
		купува	6200	4200	2000		60000	
	Общо продадена реактивна енергия						6000	
	Общо купена реактивна енергия						69000	

Купена и продадена, активна и реактивна енергия за м. декември 2002 г.

	Зона	Обмен	Ново	Старо	Разлика	Продадена активна ел.енергия kWh	Ел. енергия kVArh
Активна енергия	I - нощна	продава	38000	34400	3600	108000	
		купува	15	15	0		
	II - дневна	продава	50000	45350	4650	139500	
		купува	25	25	0		
	III - върхова	продава	33000	30300	2700	81000	
		купува	10	10	0		
	Общо продадена активна енергия						328500
Реактивна енергия	I - нощна	продава	4200	3400	800		24000
		купува	2900	2800	100		3000
	II - дневна	продава	6600	5700	1000		30000
		купува	6300	6200	100		3000
	Общо продадена реактивна енергия						54000
	Общо купена реактивна енергия						6000

КЪМ РАЗДЕЛ 6

Мини ВЕЦ – Август 2023

дневна	Еа+	Ег+	Ег	нощна	Еа+	Ег+	Ег-	върхова	Еа+	Ег+	Ег
дата	kWh	kvarh	kvarh	дата	kWh	kvarh	kvarh	дата	kWh	kvarh	kvarh
01.08.2023	2246.9600	1173.8400	0.0000	01.08.2023	1384.6400	1047.8400	0.0000	01.08.2023	1140.8000	837.6800	0.0000
02.08.2023	1976.0000	1240.6400	0.0000	02.08.2023	1870.5600	1010.0800	0.0000	02.08.2023	1307.4400	710.6400	0.0000
03.08.2023	2357.8400	1117.9200	0.0000	03.08.2023	1531.6000	949.4400	0.0000	03.08.2023	1413.9200	727.0400	0.0000
04.08.2023	1949.4400	1378.0800	0.0000	04.08.2023	1646.4000	975.5200	0.0000	04.08.2023	1167.5200	832.8000	0.0000
05.08.2023	2389.0400	1155.7600	0.0000	05.08.2023	1610.2400	992.7200	0.0000	05.08.2023	1184.2400	825.6000	0.0000
06.08.2023	2057.3600	1306.0800	0.0000	06.08.2023	1350.5600	1103.3600	0.0000	06.08.2023	89.8400	930.3200	0.0000
07.08.2023	1885.2800	1395.3600	0.0000	07.08.2023	1171.2800	1233.8400	0.0000	07.08.2023	871.0400	953.6800	0.0000
08.08.2023	1933.4400	1366.8800	0.0000	08.08.2023	1051.9200	1198.3200	0.0000	08.08.2023	800.0800	971.5200	0.0000
09.08.2023	1765.2800	636.4800	200.9600	09.08.2023	1114.3200	1065.2800	23.3600	09.08.2023	899.6000	633.6800	58.9600
10.08.2023	1973.6000	26.4800	271.6800	10.08.2023	1311.6000	15.4400	103.6000	10.08.2023	802.7200	135.7600	24.0000
11.08.2023	1919.1200	15.5200	275.1200	11.08.2023	1300.8800	1.2000	98.0000	11.08.2023	954.0800	104.2400	62.9600
12.08.2023	2092.4000	0.0000	341.1200	12.08.2023	1126.6400	47.8400	65.4400	12.08.2023	1272.4800	0.0000	156.2400
13.08.2023	1940.2400	19.7600	205.6000	13.08.2023	1398.8800	11.1200	36.8000	13.08.2023	976.2400	96.0000	48.4000
14.08.2023	1876.9600	49.2000	203.8400	14.08.2023	1328.1600	25.0400	63.9200	14.08.2023	804.8000	139.8400	30.0800
15.08.2023	1912.9600	67.2800	292.4800	15.08.2023	1176.4000	68.0800	53.1200	15.08.2023	768.3200	171.4400	40.1600
16.08.2023	1793.5200	86.4000	247.0400	16.08.2023	920.4800	239.6000	0.0000	16.08.2023	811.9200	131.6800	50.1600
17.08.2023	1918.6400	67.8400	252.3200	17.08.2023	971.2800	255.4400	0.0000	17.08.2023	743.6000	191.0400	41.2800
18.08.2023	2114.8000	0.0000	305.7600	18.08.2023	1111.9200	232.9600	38.6400	18.08.2023	1278.4800	0.0000	95.0400
19.08.2023	1696.3200	140.4800	160.7200	19.08.2023	1410.4800	67.6800	91.6000	19.08.2023	729.7600	199.9200	9.4400
20.08.2023	1823.6800	110.9600	167.5200	20.08.2023	915.5200	282.4800	0.0000	20.08.2023	752.9600	198.4000	31.9200
21.08.2023	1736.0000	258.9600	2.7200	21.08.2023	1050.8800	236.8000	0.0800	21.08.2023	521.8400	348.1600	0.0000
22.08.2023	1678.8000	295.9200	6.6400	22.08.2023	838.8000	423.2000	0.0000	22.08.2023	603.1200	348.3200	0.0000
23.08.2023	1769.9200	294.3200	5.9200	23.08.2023	810.0800	478.7200	0.0000	23.08.2023	666.7200	345.8400	0.0000
24.08.2023	1500.1600	287.6800	17.0400	24.08.2023	777.5200	452.4000	0.0000	24.08.2023	583.8400	335.3600	0.0000
25.08.2023	1369.7600	397.0400	0.1600	25.08.2023	745.6800	410.0000	0.0000	25.08.2023	490.8000	374.0800	0.0000
26.08.2023	1801.9200	246.0000	13.6000	26.08.2023	549.4400	462.6400	0.0000	26.08.2023	611.2000	331.6000	0.0000
27.08.2023	1777.3600	242.7200	16.0000	27.08.2023	738.4800	418.7200	0.0000	27.08.2023	625.3600	325.3600	0.0000
28.08.2023	1647.6800	262.0800	11.4400	28.08.2023	643.0400	435.0400	0.0000	28.08.2023	361.3600	373.3600	0.0000
29.08.2023	1780.9600	318.9600	0.0000	29.08.2023	732.7200	406.1600	0.0000	29.08.2023	1195.6000	145.8400	0.0000
30.08.2023	1733.7600	262.2400	9.4400	30.08.2023	1344.6400	316.4000	0.0000	30.08.2023	741.2800	305.2800	0.0000
31.08.2023	1844.0800	308.3200	0.0000	31.08.2023	912.5600	393.1200	0.0000	31.08.2023	688.9600	322.2400	0.0000

Мини ВЕЦ – Септември 2023

дневна	Еа+	Ег+	Ег	нощна	Еа+	Ег+	Ег-	върхова	Еа+	Ег+	Ег
дата	kWh	kvarh	kvarh	дата	kWh	kvarh	kvarh	дата	kWh	kvarh	kvarh
01.09.2023	1641.2800	378.1600	0.7200	01.09.2023	896.4800	359.9200	3.680	01.09.2023	624.4000	3862400	0.0000
02.09.2023	1172.800	127.5200	118.8000	02.09.2023	79.9200	25.8400	19.0400	02.09.2023	555.0400	91.2000	15.5200
03.09.2023	1573.6800	88.6400	1542400	03.09.2023	630.5600	53.9200	5.0400	03.09.2023	525.9200	116.1600	0.0000
04.09.2023	828.2400	292.1600	0.3200	04.09.2023	642.3200	235.4400	0.0000	04.09.2023	544.0000	198.5600	0.0000
05.09.2023	1789.2800	418.4000	191.4400	05.09.2023	887.7600	190.0800	0.0000	05.09.2023	717.8400	143.0400	4.640
06.09.2023	1172.2400	245.0400	11.0400	06.09.2023	830.1600	214.8000	0.0000	06.09.2023	538.6400	233.1200	0.0000
07.09.2023	773.2800	221.1200	0.0000	07.09.2023	602.6400	301.9200	0.7200	07.09.2023	462.3200	272.0800	0.0000
08.09.2023	1168.8800	339.0400	36.6400	08.09.2023	618.4800	280.2400	2.4000	08.09.2023	593.7600	230.1600	2.0000
09.09.2023	1462.0000	404.0000	13.0400	09.09.2023	671.6000	335.8400	0.1600	09.09.2023	848.5600	171.7600	0.0000
10.09.2023	1000.8800	445.3600	0.0000	10.09.2023	927.5200	221.0400	0.0800	10.09.2023	605.0400	193.6800	0.0000
11.09.2023	791.1200	462.8000	0.0000	11.09.2023	1190.7200	111.6800	36.0000	11.09.2023	476.6400	263.6800	0.0000
12.09.2023	715.9200	535.4400	0.0000	12.09.2023	530.1600	399.3600	0.0000	12.09.2023	449.5200	269.4400	0.0000
13.09.2023	748.9600	549.0400	0.0000	13.09.2023	592.0000	315.6800	0.0000	13.09.2023	449.5200	297.1200	0.0000
14.09.2023	756.8000	518.5600	0.0000	14.09.2023	596.5600	446.3200	0.0000	14.09.2023	448.0800	349.4400	0.0000
15.09.2023	764.5600	224.7200	0.0000	15.09.2023	604.4000	418.7200	0.0000	15.09.2023	453.3600	369.6000	0.0000
16.09.2023	876.8800	231.7600	0.0000	16.09.2023	649.4400	425.6800	0.0000	16.09.2023	535.2000	338.9600	0.0000
17.09.2023	1283.3600	271.5200	12.8000	17.09.2023	913.9200	372.6400	0.0000	17.09.2023	719.2000	218.8000	5.840
18.09.2023	1067.7600	67.8400	0.0000	18.09.2023	1056.7200	31.7600	21.4400	18.09.2023	706.5600	144.3200	0.0000
19.09.2023	1034.8000	401.8400	0.0000	19.09.2023	828.7200	217.2800	0.0000	19.09.2023	620.1600	150.2400	0.0000
20.09.2023	1906.0000	392.0800	138.4800	20.09.2023	941.2800	224.5600	2.480	20.09.2023	1013.9200	123.8400	4.800
21.09.2023	1271.4400	401.6800	0.0000	21.09.2023	1258.5600	405.5200	0.0000	21.09.2023	749.5200	263.8400	0.0000
22.09.2023	1287.4400	392.0800	0.0000	22.09.2023	1136.3200	221.9200	0.0000	22.09.2023	851.1200	220.8000	0.0000
23.09.2023	1133.4400	401.6800	0.0000	23.09.2023	1112.0800	288.0000	0.0000	23.09.2023	706.4800	248.2400	0.0000
24.09.2023	1201.4400	309.1200	0.0000	24.09.2023	954.4800	232.5600	0.0000	24.09.2023	719.5200	182.7200	0.0000
25.09.2023	1425.2800	334.8000	0.0000	25.09.2023	976.7200	288.5600	0.0000	25.09.2023	857.0400	201.2800	0.0000
26.09.2023	919.0400	442.1600	0.0000	26.09.2023	1073.2800	269.0400	0.0000	26.09.2023	656.0000	230.0000	0.0000
27.09.2023	954.2400	392.4800	0.0000	27.09.2023	731.6800	349.8400	0.0000	27.09.2023	562.4800	249.3600	0.0000
28.09.2023	1170.4800	334.3200	0.0000	28.09.2023	923.6800	262.4800	0.0000	28.09.2023	697.2800	221.8400	0.0000
29.09.2023	995.5200	378.9600	0.0000	29.09.2023	892.0000	269.7600	0.0000	29.09.2023	640.4800	217.0400	0.0000
30.09.2023	1017.5200	382.7200	0.0000	30.09.2023	736.8800	320.9600	0.0000	30.09.2023	579.1200	242.2400	0.0000

Мини ВЕЦ – Октомври 2023

дневна	Еа+	Ег+	Ег	нощна	Еа+	Ег+	Ег-	върхова	Еа+	Ег+	Ег
дата	kWh	kvarh	kvarh	дата	kWh	kvarh	kvarh	дата	kWh	kvarh	kvarh
01.10.2023	1320.7200	329.8400	0.0000	01.10.2023	752.1600	298.0800	0.0000	01.10.2023	825.2000	207.8400	0.0000
02.10.2023	2024.2400	320.8000	11.6800	02.10.2023	1127.2800	268.4000	0.0000	02.10.2023	1197.2800	88.1600	18.8000
03.10.2023	1917.2000	582.1600	0.0000	03.10.2023	1530.9600	462.6400	0.0000	03.10.2023	1146.6400	375.2800	0.0000
04.10.2023	1840.8000	848.4000	0.0000	04.10.2023	1275.3600	710.5600	0.0000	04.10.2023	1076.8800	527.2800	0.0000
05.10.2023	1674.8000	363.7600	0.0000	05.10.2023	1416.1600	638.0000	0.0000	05.10.2023	1001.2000	351.6000	0.0000
06.10.2023	1498.4000	294.0800	0.0000	06.10.2023	1281.7600	190.2400	0.0000	06.10.2023	928.6400	164.0000	0.0000
07.10.2023	1290.7200	305.5200	0.0000	07.10.2023	1240.5600	148.4800	0.7200	07.10.2023	770.8800	172.0000	0.0000
08.10.2023	1594.2400	144.4800	12.0800	08.10.2023	1059.2000	169.1200	2.4000	08.10.2023	838.1600	101.0400	3.6000
09.10.2023	1589.3600	356.2800	0.0000	09.10.2023	1276.5600	125.6800	0.1600	09.10.2023	953.2000	211.7600	0.0000
10.10.2023	1254.4000	440.9600	0.0000	10.10.2023	1185.7600	255.9200	0.0000	10.10.2023	728.6400	272.8800	0.0000
11.10.2023	1378.0800	356.3600	0.0000	11.10.2023	1097.2000	246.1600	0.0000	11.10.2023	778.9600	186.8000	0.0000
12.10.2023	1146.2400	376.2400	0.0000	12.10.2023	912.0000	262.0800	0.0000	12.10.2023	687.1200	216.4800	0.0000
13.10.2023	1150.8000	390.9600	0.0000	13.10.2023	915.4400	279.3600	0.0000	13.10.2023	690.7200	230.2400	0.0000
14.10.2023	1268.5600	314.4800	0.0000	14.10.2023	939.6800	311.8400	0.0000	14.10.2023	732.3200	208.4800	0.0000
15.10.2023	878.8000	410.0800	0.0000	15.10.2023	823.4400	288.5600	0.0000	15.10.2023	590.4000	247.4400	0.0000
16.10.2023	947.6800	418.2400	0.0000	16.10.2023	726.0800	334.2300	0.0000	16.10.2023	564.7200	237.4400	0.0000
17.10.2023	1881.6000	198.0000	3.9200	17.10.2023	861.7600	294.0000	0.0000	17.10.2023	1163.7600	100.4800	2.3200
18.10.2023	2471.6000	374.4800	10.0000	18.10.2023	1106.5600	435.7600	0.0000	18.10.2023	1417.9200	242.6400	2.4000
19.10.2023	3411.2800	999.9200	0.0000	19.10.2023	2698.7200	694.2400	0.0000	19.10.2023	2059.2800	597.7600	0.0000
20.10.2023	2255.5200	1419.6000	0.0000	20.10.2023	2289.3600	936.0800	0.0000	20.10.2023	1353.1200	879.5200	0.0000
21.10.2023	1363.3600	552.2400	35.6800	21.10.2023	1783.6000	944.4800	35.9200	21.10.2023	1010.9600	718.8800	9.6000
22.10.2023	1115.0400	0.0000	207.2800	22.10.2023	1639.7600	20.4800	156.5600	22.10.2023	474.8000	13.1200	112.8000
23.10.2023	2166.8000	0.0000	332.4800	23.10.2023	1736.4000	0.0000	276.3200	23.10.2023	1301.6800	0.0000	215.2000
24.10.2023	2050.6400	0.0000	263.6800	24.10.2023	1704.7200	0.0000	272.6400	24.10.2023	1247.0400	0.0000	142.7200
25.10.2023	2038.6400	22.8000	179.4400	25.10.2023	1684.4000	3.5200	197.4400	25.10.2023	1195.7600	22.7200	93.5200
26.10.2023	1995.6800	24.8000	176.5600	26.10.2023	1532.1600	38.4000	37.8400	26.10.2023	1174.2400	21.7600	87.2800
27.10.2023	2094.9600	0.3200	95.6800	27.10.2023	1653.9200	0.0000	75.9200	27.10.2023	1262.9600	0.0000	89.4400
28.10.2023	1850.6400	62.9600	83.2800	28.10.2023	1614.3200	0.0000	189.5200	28.10.2023	1099.2000	41.8400	35.7600
29.10.2023	2027.2000	0.0000	149.9200	29.10.2023	1515.6000	0.0000	86.4000	29.10.2023	1208.2400	0.0000	122.2400
30.10.2023	1135.7600	87.2000	155.1200	30.10.2023	1245.3600	0.0000	156.4800	30.10.2023	856.3200	116.9600	88.4000
31.10.2023	1940.9600	28.4000	77.6800	31.10.2023	1705.4400	0.0000	141.4400	31.10.2023	1150.8000	67.9200	30.5600

Мини ВЕЦ – Ноември 2023

дневна	Еа+	Ег+	Ег	нощна	Еа+	Ег+	Ег-	върхова	Еа+	Ег+	Ег
дата	kWh	kvarh	kvarh	дата	kWh	kvarh	kvarh	дата	kWh	kvarh	kvarh
01.11.2023	1762.1600	66.0800	57.2000	01.11.2023	1428.8800	0.0000	85.3600	01.11.2023	1079.9200	63.2000	21.0400
02.11.2023	1906.8000	2.2400	86.0800	02.11.2023	1524.3200	0.0000	77.2000	02.11.2023	1143.0400	2.7200	38.4000
03.11.2023	1253.6000	294.6400	20.3200	03.11.2023	1358.8000	63.6800	66.0000	03.11.2023	790.8000	191.2000	0.0000
04.11.2023	1506.3200	116.2400	39.2800	04.11.2023	1074.3200	40.9600	4.6400	04.11.2023	1016.8000	21.3600	28.7200
05.11.2023	1533.5200	223.1200	6.4000	05.11.2023	1372.6400	19.8400	42.0800	05.11.2023	910.7200	117.9200	3.2800
06.11.2023	1604.8800	48.4800	96.8800	06.11.2023	1281.4400	28.5600	24.2400	06.11.2023	770.5600	43.2800	120.9600
07.11.2023	1260.5600	359.0400	5.6000	07.11.2023	1393.6800	59.1200	46.0800	07.11.2023	751.7600	209.7600	6.3200
08.11.2023	1816.6400	55.6800	114.8800	08.11.2023	1291.7600	26.5600	83.2800	08.11.2023	1070.8800	22.2400	32.5600
09.11.2023	1970.4000	0.0000	247.5200	09.11.2023	1658.9600	0.0000	273.4400	09.11.2023	1188.0000	0.0000	117.4400
10.11.2023	1769.6000	7.5200	115.5200	10.11.2023	1506.3200	0.0000	184.9600	10.11.2023	1040.2400	0.5600	42.8800
11.11.2023	1293.8400	219.1200	12.8800	11.11.2023	1337.6800	5.0400	87.8400	11.11.2023	891.5200	90.0800	8.0800
12.11.2023	1549.7600	86.4000	20.8800	12.11.2023	1244.1600	0.0000	70.1600	12.11.2023	954.6400	92.7200	14.1600
13.11.2023	1534.3200	6.3200	65.6000	13.11.2023	1226.0800	0.0000	69.5200	13.11.2023	918.4000	26.4000	34.0000
14.11.2023	1571.8400	148.4000	13.0400	14.11.2023	1254.8000	0.0000	65.1200	14.11.2023	973.2800	64.9600	35.9200
15.11.2023	1565.3600	4.9600	67.2000	15.11.2023	1288.1600	41.6000	57.5200	15.11.2023	933.1200	30.0000	26.4000
16.11.2023	1286.6400	269.5200	3.6800	16.11.2023	1143.2000	59.5200	25.7600	16.11.2023	805.8400	143.8400	2.0800
17.11.2023	1593.2000	89.6000	45.6800	17.11.2023	1175.9200	41.1200	8.2400	17.11.2023	929.7600	112.1600	7.6800
18.11.2023	1655.7600	112.8000	13.7600	18.11.2023	1438.8800	0.0000	80.7200	18.11.2023	972.2400	149.2800	0.0000
19.11.2023	1636.0800	63.6800	42.0000	19.11.2023	1287.9200	0.8000	48.0800	19.11.2023	959.2000	90.3200	9.6800
20.11.2023	1535.5200	199.6800	5.2800	20.11.2023	1234.9600	4.3200	23.8400	20.11.2023	904.0000	153.6000	0.0000
21.11.2023	1497.1200	184.7200	11.2800	21.11.2023	1196.5600	13.7600	37.1200	21.11.2023	896.9600	85.2000	22.6400
22.11.2023	1497.2800	114.5600	23.2000	22.11.2023	1154.7200	7.3600	48.9600	22.11.2023	906.1600	76.6400	19.5200
23.11.2023	1527.8400	31.9200	49.3600	23.11.2023	1082.6400	0.8800	21.9200	23.11.2023	925.4400	88.4800	12.5600
24.11.2023	1528.9600	26.0800	53.2000	24.11.2023	1217.1200	10.0000	62.9600	24.11.2023	918.0000	16.4800	22.4000
25.11.2023	1238.6400	328.6400	0.0000	25.11.2023	988.0000	45.2800	1.2000	25.11.2023	772.1600	201.3600	0.0000
26.11.2023	1679.5200	103.9200	103.3600	26.11.2023	1265.2800	29.4400	66.8000	26.11.2023	1056.4000	74.7200	89.1200
27.11.2023	2096.0800	3.0400	165.4400	27.11.2023	1711.6000	0.0000	228.6400	27.11.2023	1261.1200	0.0000	94.0800
28.11.2023	2158.9600	0.0000	91.2000	28.11.2023	1704.5600	0.0000	189.3600	28.11.2023	1294.6400	0.1600	72.2400
29.11.2023	2094.6400	7.2000	67.5200	29.11.2023	1715.5200	0.0000	193.8400	29.11.2023	1252.2400	14.2400	60.8800
30.11.2023	2049.8400	0.0000	143.4400	30.11.2023	1691.7600	0.0000	150.8800	30.11.2023	1229.2800	6.9600	45.4400

Мини ВЕЦ – Декември 2023

дневна	Еа+	Ег+	Ег	нощна	Еа+	Ег+	Ег-	върхова	Еа+	Ег+	Ег
дата	kWh	kvarh	kvarh	дата	kWh	kvarh	kvarh	дата	kWh	kvarh	kvarh
01.12.2023	2000.0800	11.7600	59.8400	01.12.2023	1628.3200	0.0000	78.4800	01.12.2023	1192.8800	31.3600	16.9600
02.12.2023	1900.7200	57.0400	36.2400	02.12.2023	1589.3600	0.0000	92.0000	02.12.2023	1173.1200	52.4800	67.6800
03.12.2023	2098.4000	89.6000	55.7600	03.12.2023	1643.9200	0.2400	61.8400	03.12.2023	1257.6800	29.2000	83.2800
04.12.2023	2180.8800	0.0000	172.8800	04.12.2023	1741.4400	0.0000	243.1200	04.12.2023	1309.0400	0.0000	113.3600
05.12.2023	2179.8400	0.0000	145.9200	05.12.2023	1744.9600	0.0000	272.4000	05.12.2023	1311.9200	0.0000	120.3200
06.12.2023	2157.2800	0.0000	142.8800	06.12.2023	1736.9600	0.0000	256.4000	06.12.2023	1294.4800	0.0000	70.4800
07.12.2023	2147.0400	0.0000	148.7200	07.12.2023	1708.5600	0.0000	168.9600	07.12.2023	1283.2000	0.0000	87.2000
08.12.2023	1872.5600	87.2800	75.0400	08.12.2023	1596.8000	0.0000	134.1600	08.12.2023	1023.2800	107.5200	48.4800
09.12.2023	2108.0000	1.8400	167.7600	09.12.2023	1645.5200	0.0000	131.6800	09.12.2023	1275.6000	0.0000	93.8400
10.12.2023	1902.8800	2.9600	74.8000	10.12.2023	1557.6000	0.0000	126.8800	10.12.2023	1134.6400	3.3600	39.7600
11.12.2023	1900.2400	28.0000	51.0400	11.12.2023	1532.8000	0.0000	128.0800	11.12.2023	1162.2400	46.9600	21.2800
12.12.2023	2175.1200	0.0000	173.5200	12.12.2023	1675.2000	0.0000	184.0800	12.12.2023	1304.3200	0.0000	83.5200
13.12.2023	2096.6400	0.0000	157.5200	13.12.2023	1690.6400	0.0000	256.4000	13.12.2023	1252.0000	0.0000	50.4800
14.12.2023	1863.2000	54.4000	93.6800	14.12.2023	1460.0800	0.0000	80.8800	14.12.2023	1121.2800	62.7200	54.3200
15.12.2023	2006.2400	0.0000	212.9600	15.12.2023	1614.4800	0.0000	168.0800	15.12.2023	1136.0000	0.0000	58.8800
16.12.2023	2049.7600	456.7200	37.5200	16.12.2023	1469.2800	0.0000	93.9200	16.12.2023	833.8400	149.5200	56.0800
17.12.2023	1765.8400	458.6400	16.9600	17.12.2023	1339.4400	93.6000	74.0800	17.12.2023	820.4000	220.1600	4.3200
18.12.2023	1708.0800	344.6400	2.6400	18.12.2023	1098.6400	59.5200	10.8000	18.12.2023	902.0800	209.4400	44.0800
19.12.2023	1611.4400	446.4800	0.0000	19.12.2023	1400.8800	107.8400	0.2400	19.12.2023	881.9200	298.6400	0.0000
20.12.2023	1480.0800	394.0800	0.0000	20.12.2023	1137.2000	115.8400	0.0000	20.12.2023	871.9200	264.5600	0.0000
21.12.2023	1086.0800	462.4000	0.0000	21.12.2023	1171.3600	105.6000	0.0000	21.12.2023	732.6400	273.2000	0.0000
22.12.2023	1593.6000	576.8000	0.0000	22.12.2023	1187.6000	122.7200	0.0000	22.12.2023	986.7200	303.5200	0.0000
23.12.2023	1604.8800	447.1200	0.0000	23.12.2023	1263.3600	129.4400	0.0000	23.12.2023	939.9200	293.8400	0.0000
24.12.2023	1284.0000	561.6800	0.0000	24.12.2023	1134.2400	143.5200	0.0000	24.12.2023	754.2400	320.8000	0.0000
25.12.2023	1358.0000	526.3200	0.0000	25.12.2023	1092.0000	133.6800	0.0000	25.12.2023	849.7600	292.7200	0.0000
26.12.2023	1506.4000	435.9200	0.0000	26.12.2023	1204.7200	123.8400	0.0000	26.12.2023	899.6000	292.9600	0.0000
27.12.2023	1486.4800	619.6000	0.0000	27.12.2023	1196.2400	156.8000	0.0000	27.12.2023	888.6400	371.9200	0.0000
28.12.2023	1556.6400	470.1600	0.0000	28.12.2023	1231.1200	144.1600	0.0000	28.12.2023	929.2000	293.9200	0.0000
29.12.2023	2156.3200	232.0000	8.5600	29.12.2023	1471.8400	40.4800	11.2000	29.12.2023	1332.7200	134.2400	1.9200
30.12.2023	2214.4800	250.8000	2.0800	30.12.2023	1777.6000	0.0800	36.8800	30.12.2023	1328.9600	177.5200	0.0000
31.12.2023	2053.4400	343.3600	0.0000	31.12.2023	1671.2800	84.2400	18.7200	31.12.2023	1102.0800	233.0400	0.0000

Мини ВЕЦ – Януари 2024

дневна	Еа+	Ег+	Ег	нощна	Еа+	Ег+	Ег-	върхова	Еа+	Ег+	Ег
дата	kWh	kvarh	kvarh	дата	kWh	kvarh	kvarh	дата	kWh	kvarh	kvarh
01.01.2024	2027.3600	346.7200	0.0000	01.01.2024	1513.5200	86.4800	0.16000	01.01.2024	1238.1600	189.9200	0.0000
02.01.2024	1985.7600	352.4000	0.2400	02.01.2024	1593.7600	86.3200	0.0000	02.01.2024	1193.8400	220.8000	0.0000
03.01.2024	1973.6000	289.3600	0.0000	03.01.2024	1564.8000	99.5200	0.0000	03.01.2024	1161.0400	213.6000	0.0000
04.01.2024	1697.0400	425.6800	0.0000	04.01.2024	1472.5600	103.7600	0.0000	04.01.2024	1008.0800	269.2000	0.0000
05.01.2024	1733.8400	431.6800	0.0000	05.01.2024	1380.7200	115.0400	0.0000	05.01.2024	1040.2400	280.2400	0.0000
06.01.2024	1832.4800	388.2400	0.0000	06.01.2024	1389.6000	116.4000	0.0000	06.01.2024	1070.3200	265.6000	0.0000
07.01.2024	1743.1200	395.8400	0.0000	07.01.2024	1391.7600	119.0400	0.0000	07.01.2024	1043.8400	257.2800	0.0000
08.01.2024	1537.2000	446.2400	0.0000	08.01.2024	1288.6400	127.4400	0.0000	08.01.2024	870.8800	299.1200	0.0000
09.01.2024	1594.8800	469.5200	0.0000	09.01.2024	1242.1600	140.8000	0.0000	09.01.2024	921.8400	299.5200	0.0000
10.01.2024	1370.8800	517.4400	0.0000	10.01.2024	1090.8000	137.2800	0.0000	10.01.2024	819.1200	322.6400	0.0000
11.01.2024	1585.6000	440.9600	0.0000	11.01.2024	1120.7200	137.2800	0.0000	11.01.2024	914.1600	316.1600	0.0000
12.01.2024	1498.6400	463.5200	0.0000	12.01.2024	1194.4800	132.3200	0.0000	12.01.2024	898.4800	309.8400	0.0000
13.01.2024	1489.6800	463.4400	0.0000	13.01.2024	1189.0400	125.7600	0.0000	13.01.2024	891.8400	301.9200	0.0000
14.01.2024	1147.9200	544.8000	0.0000	14.01.2024	1095.9200	158.1600	0.0000	14.01.2024	753.4400	341.0400	0.0000
15.01.2024	1410.2400	498.6400	0.0000	15.01.2024	909.3600	151.5200	0.0000	15.01.2024	842.6400	324.4800	0.0000
16.01.2024	1303.4400	539.2000	0.0000	16.01.2024	1117.6000	146.2400	0.0000	16.01.2024	804.8000	331.1200	0.0000
17.01.2024	1188.4000	566.7200	0.0000	17.01.2024	997.9200	167.6800	0.0000	17.01.2024	721.7600	356.0800	0.0000
18.01.2024	1128.4000	552.5600	0.0000	18.01.2024	895.9200	160.8000	0.0000	18.01.2024	676.6400	362.8800	0.0000
19.01.2024	1414.9600	530.1600	0.0000	19.01.2024	1478.8800	132.8000	0.0000	19.01.2024	945.6000	303.8400	0.0000
20.01.2024	1317.3600	497.3600	0.0000	20.01.2024	1197.9200	127.6000	0.0000	20.01.2024	806.1600	311.5200	0.0000
21.01.2024	1082.0800	568.6400	0.0000	21.01.2024	1052.1600	167.1200	0.0000	21.01.2024	581.8400	388.5600	0.0000
22.01.2024	1006.0000	562.7200	0.0000	22.01.2024	769.0400	158.4000	0.0000	22.01.2024	601.9200	354.0000	0.0000
23.01.2024	1516.0000	472.4800	0.0000	23.01.2024	976.9600	124.0000	0.0000	23.01.2024	1006.1600	273.9200	0.0000
24.01.2024	1294.8000	557.6800	0.0000	24.01.2024	1196.8000	156.0000	0.0000	24.01.2024	778.5600	344.7200	0.0000
25.01.2024	1411.2000	580.7200	0.0000	25.01.2024	940.3200	162.5600	0.0000	25.01.2024	829.9200	365.0400	0.0000
26.01.2024	1043.1200	640.9600	0.0000	26.01.2024	991.5200	181.2000	0.0000	26.01.2024	613.8400	407.2800	0.0000
27.01.2024	1532.9600	547.6000	0.0000	27.01.2024	927.6000	151.0400	0.0000	27.01.2024	932.0800	344.8000	0.0000
28.01.2024	1617.3600	522.3200	0.0000	28.01.2024	1198.7200	1444000	0.0000	28.01.2024	913.6800	354.0000	0.0000
29.01.2024	1466.8000	571.6000	0.0000	29.01.2024	1152.4000	142.9600	0.0000	29.01.2024	884.3200	358.7200	0.0000
30.01.2024	1538.1600	558.8800	0.0000	30.01.2024	1225.5200	153.2000	0.0000	30.01.2024	919.6000	360.8800	0.0000
31.01.2024	1164.0800	698.3200	0.0000	31.01.2024	1152.1600	174.5600	0.0000	31.01.2024	714.4000	442.4000	0.0000

Мини ВЕЦ – Февруари 2024

дневна	Ea+	Er+	Er	нощна	Ea+	Er+	Er-	върхова	Ea+	Er+	Er
дата	kWh	kvarh	kvarh	дата	kWh	kvarh	kvarh	дата	kWh	kvarh	kvarh
01.02.2024	1150.0000	697.7600	0.0000	01.02.2024	922.0800	181.8400	0.0000	01.02.2024	660.5600	423.4400	0.0000
02.02.2024	1025.4400	706.2400	0.0000	02.02.2024	820.6400	196.0000	0.0000	02.02.2024	618.4800	438.5600	0.0000
03.02.2024	1025.4400	702.7200	0.0000	03.02.2024	819.3600	197.6000	0.0000	03.02.2024	613.3600	445.4400	0.0000
04.02.2024	1011.6800	662.6400	0.0000	04.02.2024	813.2800	182.0000	0.0000	04.02.2024	602.4800	428.0800	0.0000
05.02.2024	1070.5600	627.7600	0.0000	05.02.2024	845.8400	166.4800	0.0000	05.02.2024	630.0000	416.8800	0.0000
06.02.2024	1254.0800	578.6400	0.0000	06.02.2024	916.3200	167.3600	0.0000	06.02.2024	709.2000	407.2800	0.0000
07.02.2024	1167.8400	567.1200	0.0000	07.02.2024	942.7200	139.2800	0.0000	07.02.2024	757.6800	365.9200	0.0000
08.02.2024	1140.0000	583.3600	0.0000	08.02.2024	1106.4000	167.2000	0.0000	08.02.2024	677.6000	371.9200	0.0000
09.02.2024	1413.2800	532.0000	0.0000	09.02.2024	943.5200	149.1200	0.0000	09.02.2024	743.1200	374.7200	0.0000
10.02.2024	2138.6400	540.0800	0.0000	10.02.2024	1351.1200	290.0800	0.0000	10.02.2024	1415.3600	393.0400	0.0000
11.02.2024	2518.0000	1496.4000	0.0000	11.02.2024	1991.2800	395.7600	0.0000	11.02.2024	1511.3600	886.3200	0.0000
12.02.2024	1967.2800	1395.9200	0.0000	12.02.2024	1590.5600	399.4400	0.0000	12.02.2024	1261.6000	840.4000	0.0000
13.02.2024	2391.9200	1222.7200	0.0000	13.02.2024	1688.0800	368.9600	0.0000	13.02.2024	1590.5600	740.6400	0.0000
14.02.2024	2138.8000	1516.8000	0.0000	14.02.2024	1964.4000	400.8800	0.0000	14.02.2024	1269.3600	948.1600	0.0000
15.02.2024	2316.0800	1423.0400	0.0000	15.02.2024	1457.2000	428.8000	0.0000	15.02.2024	1415.1200	864.3200	0.0000
16.02.2024	1808.4800	1619.1200	0.0000	16.02.2024	1395.6800	418.2400	0.0000	16.02.2024	1216.6400	944.4000	0.0000
17.02.2024	1828.1600	1453.3600	0.0000	17.02.2024	1656.0800	400.4800	0.0000	17.02.2024	1116.0000	914.2400	0.0000
18.02.2024	1959.5200	569.9200	0.0000	18.02.2024	1439.8400	206.2400	0.0000	18.02.2024	1210.0000	399.6800	0.0000
19.02.2024	1465.9200	514.1600	0.0000	19.02.2024	1695.6000	105.9200	0.0000	19.02.2024	957.9200	311.1200	0.0000
20.02.2024	2016.8000	360.4800	0.0000	20.02.2024	1646.0000	107.6800	0.0000	20.02.2024	1236.0000	229.3600	0.0000
21.02.2024	2050.2400	330.7200	1.0400	21.02.2024	1644.8000	96.8800	0.0000	21.02.2024	1281.6000	188.1600	0.0000
22.02.2024	2061.4400	189.2800	3.5200	22.02.2024	1651.2800	67.7600	8.4800	22.02.2024	1237.9200	185.4400	0.0000
23.02.2024	2048.6400	264.6400	0.0000	23.02.2024	1640.0800	58.5600	4.7200	23.02.2024	1231.5200	197.0400	0.0000
24.02.2024	1886.3200	405.5200	0.0000	24.02.2024	1594.4800	104.8800	0.4000	24.02.2024	1117.3600	267.2800	0.0000
25.02.2024	1956.6400	344.0800	0.0000	25.02.2024	1517.3600	104.2400	0.0000	25.02.2024	1234.9600	209.7600	0.0000
26.02.2024	2007.2800	373.2800	0.0000	26.02.2024	1584.8000	113.7600	0.0000	26.02.2024	1194.0000	239.6800	0.0000
27.02.2024	1897.1200	338.4000	0.0000	27.02.2024	1517.4400	108.4800	0.0000	27.02.2024	1165.0400	227.6000	0.0000
28.02.2024	1738.6400	406.4800	0.0000	28.02.2024	1466.0800	119.0400	0.0000	28.02.2024	1041.2800	271.4400	0.0000
29.02.2024	2061.4400	189.2800	3.5200	29.02.2024	1517.3600	104.2400	0.0000	29.02.2024	1210.0000	227.6000	0.0000

Мини ВЕЦ – Март 2024

дневна	Ea+	Er+	Er	нощна	Ea+	Er+	Er-	върхова	Ea+	Er+	Er
дата	kWh	kvarh	kvarh	дата	kWh	kvarh	kvarh	дата	kWh	kvarh	kvarh
01.03.2024	1722.0000	439.6800	0.0000	01.03.2024	1405.8400	118.3200	0.00000	01.03.2024	1022.4800	289.7600	0.0000
02.03.2024	1606.8800	498.2400	0.0000	02.03.2024	1436.9600	109.3600	0.00000	02.03.2024	1025.6800	291.0400	0.0000
03.03.2024	1811.8400	426.7200	0.0000	03.03.2024	1490.8000	72.4800	0.00000	03.03.2024	1111.3600	252.0800	0.0000
04.03.2024	2129.8400	319.2000	6.8800	04.03.2024	1566.3200	92.6400	0.00000	04.03.2024	1282.8800	149.7600	1.8400
05.03.2024	3464.8800	1022.7200	1.9200	05.03.2024	2028.3200	256.9600	23.6000	05.03.2024	2318.9600	649.4400	0.0000
06.03.2024	3957.5200	1363.4400	0.0000	06.03.2024	3001.6000	371.1200	0.00000	06.03.2024	2440.8000	820.6400	0.0000
07.03.2024	4180.6400	952.4000	0.0000	07.03.2024	3337.0400	267.9200	0.00000	07.03.2024	2504.2400	640.4000	0.0000
08.03.2024	4174.2400	747.0400	0.0000	08.03.2024	3343.2000	220.4000	0.0000	08.03.2024	2502.7200	511.1200	0.0000
09.03.2024	4166.0000	862.7200	0.0000	09.03.2024	3331.1200	215.2800	0.0000	09.03.2024	2501.1200	523.2000	0.0000
10.03.2024	4133.6000	766.6400	0.0000	10.03.2024	3322.8800	239.6800	0.0000	10.03.2024	2481.6800	492.6400	0.0000
11.03.2024	4099.0400	855.5200	0.0000	11.03.2024	3273.9200	219.8400	0.0000	11.03.2024	2454.2400	528.3200	0.0000
12.03.2024	3954.5600	879.1200	0.0000	12.03.2024	3223.0400	228.4800	0.0000	12.03.2024	2205.1200	503.7600	2.7200
13.03.2024	4039.8400	811.6000	0.0000	13.03.2024	3242.3200	247.6000	0.0000	13.03.2024	2429.5200	569.3600	0.0000
14.03.2024	4091.6000	703.5200	0.0000	14.03.2024	3254.5600	233.0400	0.0000	14.03.2024	2457.8400	516.7200	0.0000
15.03.2024	4069.3600	838.9600	0.0000	15.03.2024	3256.9600	218.3200	0.0000	15.03.2024	2443.0400	520.8000	0.0000
16.03.2024	3832.6400	1069.8400	0.0000	16.03.2024	3135.7600	277.4400	0.0000	16.03.2024	2296.8000	656.9600	0.0000
17.03.2024	3995.0400	927.9200	0.0000	17.03.2024	3114.9600	260.4000	0.0000	17.03.2024	2398.1600	574.1600	0.0000
18.03.2024	3650.4000	1072.1600	0.0000	18.03.2024	3070.8000	290.3200	0.0000	18.03.2024	2260.5600	612.5600	0.0000
19.03.2024	3404.2400	1123.0400	0.0000	19.03.2024	2833.5200	286.8800	0.0000	19.03.2024	2151.6000	685.2000	0.0000
20.03.2024	3113.9200	1240.4000	0.0000	20.03.2024	2856.7200	292.2400	0.0000	20.03.2024	1902.5600	757.9200	0.0000
21.03.2024	3391.6000	1097.2000	0.0000	21.03.2024	2842.4800	273.6800	0.0000	21.03.2024	2084.5600	664.3200	0.0000
22.03.2024	2772.6400	1255.1200	0.0000	22.03.2024	2855.4400	286.4800	0.0000	22.03.2024	1883.0400	686.6400	0.0000
23.03.2024	2995.1200	1203.6000	0.0000	23.03.2024	2584.4000	314.4000	0.0000	23.03.2024	1736.8800	754.7200	0.0000
24.03.2024	2907.8400	1229.1200	0.0000	24.03.2024	2392.2400	341.6800	0.0000	24.03.2024	1745.2000	740.5600	0.0000
25.03.2024	3445.1200	1048.4000	0.0000	25.03.2024	2305.3600	358.7200	0.0000	25.03.2024	19424000	712.0800	0.0000
26.03.2024	3035.1200	1190.4000	0.0000	26.03.2024	2383.4400	298.0000	0.0000	26.03.2024	1992.0800	695.0400	0.0000
27.03.2024	3273.4400	1035.6800	0.0000	27.03.2024	2791.8400	303.5200	0.0000	27.03.2024	1910.4800	720.7200	0.0000
28.03.2024	3357.9200	943.5200	0.0000	28.03.2024	2438.0000	318.7200	0.0000	28.03.2024	1953.6800	621.6800	0.0000
29.03.2024	2921.2000	1070.8000	0.0000	29.03.2024	2405.2000	301.9200	0.0000	29.03.2024	1796.9600	670.0000	0.0000
30.03.2024	3525.5200	937.6000	0.0000	30.03.2024	2546.2400	798.4000	0.0000	30.03.2024	1972.8000	665.6800	0.0000
31.03.2024	2974.8000	1134.6400	0.0000	31.03.2024	2703.3600	792.1600	0.0000	31.03.2024	1873.5200	678.8000	0.0000

Мини ВЕЦ – Април 2024

дневна	Еа+	Ег+	Ег	нощна	Еа+	Ег+	Ег-	върхова	Еа+	Ег+	Ег
дата	kWh	kvarh	kvarh	дата	kWh	kvarh	kvarh	дата	kWh	kvarh	kvarh
01.04.2024	3419.9200	1015.5200	0.0000	01.04.2024	2504.8800	845.3600	0.0000	01.04.2024	2004.4000	653.6000	0.0000
02.04.2024	2797.6800	1256.0800	0.0000	02.04.2024	2496.5600	865.0400	0.0000	02.04.2024	1566.1600	821.1200	0.0000
03.04.2024	2816.7200	1248.4000	0.0000	03.04.2024	2328.0000	926.4800	0.0000	03.04.2024	1738.2400	776.7200	0.0000
04.04.2024	2775.4400	1194.2400	0.0000	04.04.2024	2291.4400	901.3600	0.0000	04.04.2024	1801.4400	719.1200	0.0000
05.04.2024	2780.4800	1192.0800	0.0000	05.04.2024	1980.8000	964.9600	0.0000	05.04.2024	1532.1600	790.7200	0.0000
06.04.2024	3194.4800	1194.4000	0.0000	06.04.2024	2195.5200	991.6000	0.0000	06.04.2024	1897.7600	720.8000	0.0000
07.04.2024	3365.6000	1070.4800	0.0000	07.04.2024	2396.4800	940.6400	0.0000	07.04.2024	2100.1600	634.4800	0.0000
08.04.2024	3083.8400	1172.1600	0.0000	08.04.2024	2691.5200	789.6000	0.0000	08.04.2024	1833.6000	742.7200	0.0000
09.04.2024	3140.4800	1187.9200	0.0000	09.04.2024	2567.4400	866.7200	0.0000	09.04.2024	1918.7200	739.3600	0.0000
10.04.2024	2647.0400	1332.6400	0.0000	10.04.2024	2515.2000	946.0800	0.0000	10.04.2024	1606.0800	845.6800	0.0000
11.04.2024	3017.2800	1269.7600	0.0000	11.04.2024	2449.9200	1002.1600	0.0000	11.04.2024	1847.6000	800.8800	0.0000
12.04.2024	3347.2000	1115.4400	0.0000	12.04.2024	2852.0800	786.5600	0.0000	12.04.2024	2016.3200	725.8400	0.0000
13.04.2024	3943.2000	923.2000	0.0000	13.04.2024	3062.9600	694.4800	0.0000	13.04.2024	2370.8000	620.0800	0.0000
14.04.2024	3913.7600	1052.0800	0.0000	14.04.2024	3140.1600	763.2000	0.0000	14.04.2024	2353.3600	689.2000	0.0000
15.04.2024	3342.1600	1093.3600	0.0000	15.04.2024	3047.6000	779.2800	0.0000	15.04.2024	2098.6400	692.9600	0.0000
16.04.2024	3650.0800	1036.2400	0.0000	16.04.2024	2911.6000	747.4400	0.0000	16.04.2024	2190.5600	667.6800	0.0000
17.04.2024	3831.7600	958.4800	0.0000	17.04.2024	2864.4800	807.4400	0.0000	17.04.2024	2217.6000	657.2800	0.0000
18.04.2024	4004.7200	784.3200	0.0000	18.04.2024	3199.2800	623.4400	0.0000	18.04.2024	2402.8000	503.7600	0.0000
19.04.2024	4030.6400	861.6000	0.0000	19.04.2024	3205.2000	604.6400	0.0000	19.04.2024	2415.5200	537.6800	0.0000
20.04.2024	4041.0400	758.7200	0.0000	20.04.2024	3226.0000	601.8400	0.0000	20.04.2024	2419.2000	507.1200	0.0000
21.04.2024	4030.8800	606.1600	0.0000	21.04.2024	3229.5200	525.4400	0.0000	21.04.2024	2417.2000	436.8800	0.0000
22.04.2024	4018.3200	817.5200	0.0000	22.04.2024	3215.8400	662.3200	0.0000	22.04.2024	2412.0000	524.8800	0.0000
23.04.2024	4030.0800	882.8800	0.0000	23.04.2024	3209.7600	646.3200	0.0000	23.04.2024	2414.1600	572.7200	0.0000
24.04.2024	4019.7600	815.1200	0.0000	24.04.2024	3212.4800	666.4000	0.0000	24.04.2024	2412.7200	504.1600	0.0000
25.04.2024	4046.8800	893.2000	0.0000	25.04.2024	3225.1200	641.6000	0.0000	25.04.2024	2427.0400	576.0000	0.0000
26.04.2024	4052.0000	912.5600	0.0000	26.04.2024	3235.4400	649.2800	0.0000	26.04.2024	2430.4800	595.6000	0.0000
27.04.2024	4048.9600	961.9200	0.0000	27.04.2024	3240.2400	729.7600	0.0000	27.04.2024	2430.9600	614.4000	0.0000
28.04.2024	4042.4800	815.8400	0.0000	28.04.2024	3232.6400	699.2000	0.0000	28.04.2024	2427.2800	532.6400	0.0000
29.04.2024	4037.6000	909.4400	0.0000	29.04.2024	3221.6800	717.6800	0.0000	29.04.2024	2421.3600	510.4800	0.0000
30.04.2024	4044.8000	935.2800	0.0000	30.04.2024	3222.6400	668.8800	0.0000	30.04.2024	2422.7200	483.9200	0.0000

Мини ВЕЦ – Май 2024

дневна	Еа+	Ег+	Ег	нощна	Еа+	Ег+	Ег-	върхова	Еа+	Ег+	Ег
дата	kWh	kvarh	kvarh	дата	kWh	kvarh	kvarh	дата	kWh	kvarh	kvarh
01.05.2024	3352.5600	1093.1200	0.0000	01.05.2024	2926.6400	695.2000	0.0000	01.05.2024	1980.5600	691.1200	0.0000
02.05.2024	3176.3200	1190.0000	0.0000	02.05.2024	2598.4000	921.0400	0.0000	02.05.2024	1903.2800	754.9600	0.0000
03.05.2024	3145.0400	1199.0400	0.0000	03.05.2024	2531.0400	925.6800	0.0000	03.05.2024	1886.3200	711.2000	0.0000
04.05.2024	3111.8400	1211.7600	0.0000	04.05.2024	2492.0000	915.2800	0.0000	04.05.2024	1872.4000	756.2400	0.0000
05.05.2024	3115.6800	1250.8800	0.0000	05.05.2024	2471.6000	1046.1600	0.0000	05.05.2024	1853.6800	799.6800	0.0000
06.05.2024	3103.9200	1306.2400	0.0000	06.05.2024	2476.3200	1000.4000	0.0000	06.05.2024	1852.4000	816.0800	0.0000
07.05.2024	3109.3600	1246.4000	0.0000	07.05.2024	2476.5600	994.8800	0.0000	07.05.2024	1862.8800	761.6000	0.0000
08.05.2024	3139.2800	1199.1200	0.0000	08.05.2024	2480.8000	964.2400	0.0000	08.05.2024	1878.5600	785.4400	0.0000
09.05.2024	3149.8400	1189.5200	0.0000	09.05.2024	2510.0800	1003.6000	0.0000	09.05.2024	1888.9600	764.4800	0.0000
10.05.2024	3183.2800	1244.1600	0.0000	10.05.2024	2518.5600	915.2800	0.0000	10.05.2024	1913.9200	776.2400	0.0000
11.05.2024	3176.4800	1302.8800	0.0000	11.05.2024	2537.3600	1048.0000	0.0000	11.05.2024	1907.5200	835.2800	0.0000
12.05.2024	3175.6800	1314.9600	0.0000	12.05.2024	2533.6000	992.3200	0.0000	12.05.2024	1903.2800	816.0800	0.0000
13.05.2024	3186.0000	1297.2000	0.0000	13.05.2024	2541.2000	1087.6800	0.0000	13.05.2024	1909.6000	828.3200	0.0000
14.05.2024	3173.7600	1070.4000	0.0000	14.05.2024	2539.2000	830.2400	0.0000	14.05.2024	1907.6000	643.3600	0.0000
15.05.2024	3170.9600	1228.1600	0.0000	15.05.2024	2534.4800	981.5200	0.0000	15.05.2024	1898.7200	756.4000	0.0000
16.05.2024	3148.2400	1212.6400	0.0000	16.05.2024	2530.5600	1003.6000	0.0000	16.05.2024	1893.1200	762.9600	0.0000
17.05.2024	3164.8000	1235.9200	0.0000	17.05.2024	2534.2400	970.7200	0.0000	17.05.2024	1906.8800	772.8800	0.0000
18.05.2024	3201.6000	1222.0000	0.0000	18.05.2024	2540.8000	941.7600	0.0000	18.05.2024	1920.0800	761.5200	0.0000
19.05.2024	3221.0400	1223.6000	0.0000	19.05.2024	2562.0800	918.2400	0.0000	19.05.2024	1933.3600	728.4800	0.0000
20.05.2024	3204.0800	1065.1200	0.0000	20.05.2024	2571.2000	899.8400	0.0000	20.05.2024	1918.2400	684.4800	0.0000
21.05.2024	3210.8800	1127.1200	0.0000	21.05.2024	2556.0800	938.9600	0.0000	21.05.2024	1922.5600	702.6400	0.0000
22.05.2024	3223.2800	1095.9200	0.0000	22.05.2024	2553.9200	917.8400	0.0000	22.05.2024	1927.2000	661.7600	0.0000
23.05.2024	3299.0400	963.3600	0.0000	23.05.2024	2349.6800	719.1200	42.3200	23.05.2024	1979.4400	554.4000	0.0000
24.05.2024	3247.5200	1133.2800	0.0000	24.05.2024	2627.9200	861.4400	0.0000	24.05.2024	1961.1200	697.6000	0.0000
25.05.2024	3275.9200	1060.4800	0.0000	25.05.2024	2600.4000	936.0800	0.0000	25.05.2024	1968.3200	680.4000	0.0000
26.05.2024	3175.6800	1135.0400	0.0000	26.05.2024	2594.1600	861.8400	0.0000	26.05.2024	1896.8800	691.1200	0.0000
27.05.2024	3199.4400	1136.9600	0.0000	27.05.2024	2526.3200	971.3600	0.0000	27.05.2024	1918.3200	743.5200	0.0000
28.05.2024	3178.4000	1201.4400	0.0000	28.05.2024	2551.2800	910.4000	0.0000	28.05.2024	1913.6800	771.8400	0.0000
29.05.2024	3162.4000	1060.6400	0.0000	29.05.2024	2528.0000	1122.5600	0.0000	29.05.2024	1896.0800	680.9600	0.0000
30.05.2024	3228.3200	1057.2800	0.0000	30.05.2024	2496.4800	928.4000	0.0000	30.05.2024	1899.0400	672.4800	0.0000
31.05.2024	3298.1600	1201.2000	0.0000	31.05.2024	2623.6000	942.6400	0.0000	31.05.2024	1973.8400	745.5200	0.0000

Мини ВЕЦ – Юни 2024

дневна	Ea+	Er+	Er	нощна	Ea+	Er+	Er-	върхова	Ea+	Er+	Er
дата	kWh	kvarh	kvarh	дата	kWh	kvarh	kvarh	дата	kWh	kvarh	kvarh
01.06.2024	3322.0000	1169.1200	0.0000	01.06.2024	2645.2800	913.6000	0.0000	01.06.2024	1993.1200	723.0400	0.0000
02.06.2024	3294.6400	1103.6800	0.0000	02.06.2024	2649.2000	879.5200	0.0000	02.06.2024	1985.2800	701.4400	0.0000
03.06.2024	3319.4400	1087.6800	0.0000	03.06.2024	2643.3600	876.4800	0.0000	03.06.2024	1990.8800	706.8800	0.0000
04.06.2024	3318.4800	1140.6400	0.0000	04.06.2024	2644.4000	834.6400	0.0000	04.06.2024	1988.8000	706.4800	0.0000
05.06.2024	3342.5600	1077.6000	0.0000	05.06.2024	2642.2400	820.6400	0.0000	05.06.2024	1999.0400	689.2000	0.0000
06.06.2024	3343.3600	1019.9200	0.0000	06.06.2024	2665.2800	794.3200	0.0000	06.06.2024	2004.4800	655.2800	0.0000
07.06.2024	3341.3600	1075.5200	0.0000	07.06.2024	2668.0800	810.2400	0.0000	07.06.2024	2005.6000	665.4400	0.0000
08.06.2024	3316.5600	921.3600	0.0000	08.06.2024	2650.8000	786.4000	0.0000	08.06.2024	1994.8800	623.6800	0.0000
09.06.2024	3165.6000	1007.5200	0.0000	09.06.2024	2590.9600	772.9600	0.0000	09.06.2024	1890.8800	647.9200	0.0000
10.06.2024	3275.6800	876.8000	0.0000	10.06.2024	2598.9600	785.2800	0.0000	10.06.2024	1969.2000	583.7600	0.0000
11.06.2024	2873.6800	1010.5600	0.0000	11.06.2024	2498.7200	704.7200	0.0000	11.06.2024	1546.1600	712.4800	0.0000
12.06.2024	43076.1600	948.1600	0.0000	12.06.2024	2551.0400	707.2000	0.0000	12.06.2024	1814.3200	637.6000	0.0000
13.06.2024	2816.8800	1070.5600	0.0000	13.06.2024	2496.1600	728.1600	0.0000	13.06.2024	1679.8400	715.6000	0.0000
14.06.2024	2850.2400	1046.8800	0.0000	14.06.2024	2473.7600	768.1600	0.0000	14.06.2024	1692.9600	641.2800	0.0000
15.06.2024	2589.6800	1318.4800	0.0000	15.06.2024	2155.7600	958.0000	0.0000	15.06.2024	1701.6800	792.4800	0.0000
16.06.2024	42653.6000	917.6000	37.8400	16.06.2024	2413.9200	827.5200	0.0000	16.06.2024	1464.7200	686.0800	0.0000
17.06.2024	2692.6400	1077.8400	0.0000	17.06.2024	2413.4400	756.4000	0.0000	17.06.2024	1636.0800	649.6000	0.0000
18.06.2024	2867.2000	1119.6800	0.0000	18.06.2024	2432.4000	860.1600	0.0000	18.06.2024	1594.4000	721.2800	0.0000
19.06.2024	3138.9600	1247.2000	0.0000	19.06.2024	2404.5600	1077.3600	0.0000	19.06.2024	1930.8800	761.3600	0.0000
20.06.2024	3122.5600	1290.7200	0.0000	20.06.2024	2522.2400	1000.2400	0.0000	20.06.2024	1858.8800	843.7600	0.0000
21.06.2024	43151.7600	1220.8000	0.0000	21.06.2024	2532.9600	1043.0400	0.0000	21.06.2024	1876.4800	823.0400	0.0000
22.06.2024	43211.8400	1040.7200	0.0000	22.06.2024	2587.7600	855.5200	0.0000	22.06.2024	1923.6000	698.1600	0.0000
23.06.2024	2627.7600	1263.4400	0.0000	23.06.2024	2322.5600	940.5600	0.0000	23.06.2024	1509.1200	792.8000	0.0000
24.06.2024	2101.7600	1365.4400	0.0000	24.06.2024	2337.3600	869.2000	0.0000	24.06.2024	1452.5600	795.0400	0.0000
25.06.2024	3115.2000	856.6400	0.0000	25.06.2024	1970.8800	936.1600	0.0000	25.06.2024	1966.9600	541.5200	0.0000
26.06.2024	2258.9600	1218.5600	0.0000	26.06.2024	2393.0400	716.4000	0.0000	26.06.2024	1406.6400	725.5200	0.0000
27.06.2024	2366.0000	1243.9200	0.0000	27.06.2024	2010.4800	1004.8000	0.0000	27.06.2024	1367.6800	858.6400	0.0000
28.06.2024	2422.3200	1200.5600	0.0000	28.06.2024	2030.6400	897.6000	0.0000	28.06.2024	1380.4800	738.4800	0.0000
29.06.2024	1821.6000	1290.4000	0.0000	29.06.2024	1902.1600	999.2000	0.0000	29.06.2024	1036.2400	882.4000	0.0000
30.06.2024	2128.1600	550.1600	6.5600	30.06.2024	2074.5600	932.4800	0.0000	30.06.2024	1317.7600	538.6400	0.0000

Мини ВЕЦ – Юли 2024

дневна	Ea+	Er+	Er	нощна	Ea+	Er+	Er-	върхова	Ea+	Er+	Er
дата	kWh	kvarh	kvarh	дата	kWh	kvarh	kvarh	дата	kWh	kvarh	kvarh
01.07.2024	1948.8800	179.6800	59.7600	01.07.2024	1881.9200	480.6400	6.8000	01.07.2024	1018.1600	200.4000	21.5200
02.07.2024	2471.2000	695.8400	0.0000	02.07.2024	1783.2800	170.7200	26.2400	02.07.2024	1738.0800	427.1200	0.0000
03.07.2024	2147.0400	733.2000	0.1600	03.07.2024	1905.7600	548.4800	0.0000	03.07.2024	1149.0400	403.7600	0.0000
04.07.2024	1967.4400	266.9600	125.9200	04.07.2024	1844.8000	937.4400	0.0000	04.07.2024	1355.0400	201.7600	66.9600
05.07.2024	1754.4000	417.0400	0.0000	05.07.2024	2355.3600	700.4000	0.0000	05.07.2024	1331.3600	315.9200	0.0000
06.07.2024	1519.6800	397.5200	8.3200	06.07.2024	2340.8000	618.6400	0.0000	06.07.2024	1326.0000	273.4400	5.9200
07.07.2024	1718.4000	484.0800	0.0000	07.07.2024	1599.2000	495.3600	0.0000	07.07.2024	1425.2800	328.8000	4.0800
08.07.2024	1596.0000	486.9600	0.4000	08.07.2024	1893.6000	643.1200	0.0000	08.07.2024	1178.6400	368.5600	0.0000
09.07.2024	1893.7600	462.7200	0.0000	09.07.2024	1821.6000	415.2800	0.0000	09.07.2024	1257.9200	387.8400	0.0000
10.07.2024	2146.8800	196.4000	24.8000	10.07.2024	1530.5600	288.7200	12.0800	10.07.2024	1266.6400	137.6000	17.1200
11.07.2024	2450.1600	677.9200	5.2800	11.07.2024	1749.6800	77.2800	153.5200	11.07.2024	1413.2000	236.4800	0.0000
12.07.2024	1948.0000	266.4000	6.9600	12.07.2024	1793.7600	474.4800	2.6400	12.07.2024	1216.6400	138.6400	9.1200
13.07.2024	1836.8800	388.1600	0.0000	13.07.2024	1767.6000	109.5200	33.2800	13.07.2024	1337.2800	312.4800	1.2000
14.07.2024	1674.2400	417.2800	0.0000	14.07.2024	1421.8400	360.3200	0.0000	14.07.2024	987.4400	274.4800	0.0000
15.07.2024	1856.3200	350.9600	3.3600	15.07.2024	1480.5600	359.5200	0.0000	15.07.2024	1193.1200	243.2800	0.4800
16.07.2024	2158.9600	294.8000	8.4000	16.07.2024	1554.4800	380.3200	0.0000	16.07.2024	1503.7600	248.3200	0.0000
17.07.2024	2182.0800	177.4400	54.0800	17.07.2024	1843.4400	698.0800	0.0000	17.07.2024	1306.8000	274.4000	8.0000
18.07.2024	2124.5600	288.1600	82.4800	18.07.2024	1924.6400	645.4400	0.0800	18.07.2024	1156.7200	399.2800	1.7600
19.07.2024	2306.0000	1290.5600	0.0000	19.07.2024	1903.7600	1109.9200	0.0000	19.07.2024	1546.8800	753.1200	0.0000
20.07.2024	2414.3200	1286.1600	0.0000	20.07.2024	1783.2000	988.0800	0.0000	20.07.2024	1405.3600	777.5200	0.0000
21.07.2024	2449.6800	1106.8000	0.0000	21.07.2024	2114.2400	926.4000	0.0000	21.07.2024	1471.6800	699.5200	0.0000
22.07.2024	2119.7600	1235.9200	0.0000	22.07.2024	1916.6400	917.2000	0.0000	22.07.2024	1370.0800	790.3200	0.0000
23.07.2024	3263.2000	1060.3200	0.0000	23.07.2024	1991.3600	995.2000	0.0000	23.07.2024	1985.6800	648.0000	0.0000
24.07.2024	3997.6000	672.9600	0.0000	24.07.2024	3185.2000	739.1200	0.0000	24.07.2024	2417.8400	446.8000	0.0000
25.07.2024	2900.1600	1118.5600	0.0000	25.07.2024	3019.4400	646.6400	0.0000	25.07.2024	1865.0400	651.1200	0.0000
26.07.2024	1985.8400	1378.0800	0.0000	26.07.2024	2124.0000	927.2000	0.0000	26.07.2024	1248.8800	8244000	0.0000
27.07.2024	2406.1600	1204.9600	7.2800	27.07.2024	1702.4800	1004.4000	0.0000	27.07.2024	1345.4400	817.3600	0.0000
28.07.2024	1848.0800	454.3200	3.2800	28.07.2024	1746.1600	860.4800	0.0000	28.07.2024	1109.2000	316.0800	0.0000
29.07.2024	3825.3600	620.0000	0.0000	29.07.2024	2476.0800	677.2800	0.0000	29.07.2024	2117.9200	473.7600	0.0000
30.07.2024	3957.4400	854.4800	0.0000	30.07.2024	3145.4400	595.0400	0.0000	30.07.2024	2375.2800	500.0000	0.0000
31.07.2024	3975.9200	862.0000	0.0000	31.07.2024	3159.3600	716.1600	0.0000	31.07.2024	2392.4800	566.1600	0.0000

Благодарности

Реализацията на тази монография* ** е с подкрепата и благодарение на:

- научно-изследователски проект НИП2025-22 Приложни математически изследвания на системи, съоръжения, агрегати и машини от електроенергетиката и електрообзавеждането, с насоченост към енергийна и икономическа ефективност при условия на енергиен преход, финасиран от Министерство на образованието и науката на Република България.
- Европейския фонд за регионално развитие в рамките на ОП „Научни изследвания, иновации и дигитализация за интелигентна трансформация“ 2021-2027 г., Проект BG16RFPR002-1.014-0005 Център за компетентност „Интелигентни мехатронни, еко- и енергоспестяващи системи и технологии“.
- съдействието и установените професионални контакти с представители на разглежданите обекти и съответните оператори на преносната и разпределителната електрическа мрежа в отделните случаи.

****Монография** – оригинално научно издание, изградено върху собствени научни резултати на автора/авторите, с анализ на обсъжданата проблематика, което е публикувано от издателство, осигурило оценка на постъпилния ръкопис от рецензенти. Произведение, в което за основен обект на изследване е избрана цялостна, относително самостоятелна система, при която проблематиката се разглежда в най-голяма пълнота и в единен логико-монологичен план. Монографията се характеризира с ясно изразена теоретична насоченост. Съсредоточеността при изучаването на отделен въпрос или проблем е основна, типична черта на всички монографии. Обемът на монографията надвишава 100 стандартни машинописни страници. [<https://talkoven.onlinerechnik.com/>]*

*****Монографията** (от $\mu\acute{o}\nu\omicron\varsigma$ и $\gamma\rho\acute{\alpha}\phi\omega$) е научно писмено съчинение, което изследва задълбочено и изчерпателно един въпрос или една тема. [<https://bg.wikipedia.org/wiki/>]*