

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИ СЪЮЗ
НА ЕНЕРГЕТИЦИТЕ
В БЪЛГАРИЯ

ЕНЕРГИЕН ФОРУМ

27 ЮНИ - 30 ЮНИ

2023

СБОРНИК ДОКЛАДИ





ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ

Проф. д-р инж. Бончо Бонев – Председател на НТСЕБ
Проф. д-р инж. Цанчо Цанев – Зам. Председател на НТСЕБ
Доц. д-р. инж. Светлана Цветкова, Технически Университет
София

Ст.н.с. д-р инж. Димитър Баев

Инж. Величка Пехливанова, НТСЕБ

ФНТС

Национална Електрическа Компания ЕАД

Електроенергиен Системен Оператор ЕАД

Комисия за Енергийно и Водно Регулиране

Агенция за Устойчиво Енергийно Развитие

Технически Университет – София

Технически Университет – Варна

Технически Университет – Русе

БКСТО ТО на НТС - Хасково

НКО БНКО ТО на НТС - Габрово

Всички доклади, отпечатани в сборника, са приети и одобрени от научно-техническа комисия в състав:

Проф. д-р инж. Бончо Бонев

Проф. д-р инж. Цанчо Цанев

Доц. д-р. инж. Светлана Цветкова

Ст.н.с. д-р инж. Димитър Баев

СЪДЪРЖАНИЕ

| | |
|--|------------|
| ПЛЕНАРНИ ДОКЛАДИ | 8 |
| Т. Тотев, Б. Игнатов, В. Раденков | 8 |
| „Потенциални възможности за модернизация на енергиен въглищен блок с газова турбина“ | |
| М. Тцолева | 30 |
| „Инвестиция Цифрова трансформация на електропреносната мрежа“ | |
| Д. Стоилов | 37 |
| „Стратегическо планиране на енергетиката“ | |
| Д. Белелиев, Ив. Желязков | 49 |
| „ЦЕРБ ЕАД - 75 години лидер в енергийните услуги“ | |
| ПЪРВА СЕКЦИЯ | 62 |
| ТОПЛО И ЯДРЕНА ЕНЕРГЕТИКА | |
| Б. Игнатов, В. Раденков, Т. Тотев | 62 |
| „Моделни изследвания на съвместната работа на енергиен блок на лигнитни въглища с газова турбина“ | |
| Св. Динев | 80 |
| „Анализ на възможностите и целесъобразността при използване на неръждаеми стомани в сярочистващи инсталации“ | |
| Б. Ангелов | 90 |
| „Постоянно осигуряване качеството на автоматизирани системи за измерване, чрез прилагане на процедура QAL3 съгласно стандарт БДС EN 14181“ | |
| Н. Байкалов, Б. Игнатов | 109 |
| „Проблеми с нискотемпературни отложения на пепел и нискосерниста корозия във въздухоподгревателя на котли ПК-38-4 В ТЕЦ „МАРИЦА ИЗТОК 2“ ЕАД | |
| Н. Байкалов | 122 |
| „Аеродинамично изследване на скоростта и разпределението на димните газове в ИВП като част от проблемите | |

с нискотемпературни отложения на пепел и нискосерниста корозия на котли ПК-38-4 В ТЕЦ „МАРИЦА ИЗТОК 2“ЕАД

| | |
|---|------------|
| Н. Георгиев „Изследване на възможностите за изгаряне на биомаса от твърди селскостопански отпадъци в енергийни котли на лигнитни въглища“ | 132 |
| Б. Боев, Ив. Найденов „Предизвикателства и решения за енергийната политика в България в среда на несигурност: идентифициране на стратегическите аспекти на прехода към нискоемисионна електроенергетика в България“ | 140 |
| Б. Людмилова, Ив. Найденов „Допълнителни разходи в електроенергийната система на България: оценка на размера на допълнителните разходи на индустрията за периода 2015 – 2019“ | 150 |
| Е. Циброва, Ив. Найденов „Рехабилитация на въглищни топлоелектрически централи с малки модулни реактори: сценарии за декарбонизация на електропроизводството в България“ | 175 |
| Е. Циброва, Ив. Найденов „Рехабилитация на въглищни топлоелектрически централи с малки модулни реактори: малки модулни реактори“ | 187 |
| Е. Циброва, Ив. Найденов „Рехабилитация на въглищни топлоелектрически централи с малки модулни реактори: анализ на възможността за замяна на енергиен блок в ТЕЦ на лигнитни въглища с малък модулен реактор“ | 207 |
| Ив. Найденов „Предварителна оценка на обезпечеността на ядрената енергетика в България с местен природен уран“ | 228 |
| Цв. Попова „Рискове за националната сигурност при изграждане на | 244 |

офшорни вятърни паркове“

Мл. Митев, К. Филипов 254

„Разработка на софтуер за създаване на източник за транспортни пресмятания за реактор тип ВВЕР-1000 с програма MCNP“

К. Христов 262

„Използване на симулационно моделиране при изследване на енергийната ефективност на паротурбинна инсталация SST-300CE2L/V36S“

ВТОРА СЕКЦИЯ 276

ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА И ВЕИ

Б. Манчев, Д. Белелиев, Ив. Желязков 276

„Структурна и функционална оптимизация на батерийни системи за съхранение на енерги (БЕСС)“

К. Тагаров, Н. Илиев, В. Поповска, И. Гюровска 288

„Приложение на проект TRINITY от програмата на ЕС ХОРИЗОНТ 2020 в ЕСО-ЕАД и в Регион Югоизточна Европа“

Св. Рачев 303

„Получаване на работни характеристики на центробежни вентилатори чрез теория на подобие“

И. Илиев, Н. Лаков, Д. Делчева 315

„Компенсация на реактивните товари с помощта на силови дросели и характерни приложения“

И. Илиев, Д. Делчева 322

„Методическа постановка за определяне икономическите загуби от влошени показатели в качеството на електрическата енергия“

Адамов А. Й., Ангелов М. Л., Илиев И. Х. 328

„Относно някои изисквания и особености при изчисляване и избор на кабелни мрежи за ФВЦ“

| | |
|---|------------|
| Ив. Алексиев, Р. Кючуков „Общинските енергийни разходи. Структура, управление“ | 340 |
| Хр. Василев, Р. Кючуков, Р. Киров „Прогноза за реалното годишно потребление на електрическа енергия в сектор „Транспорт“ до 2035 година“ | 350 |
| Т. Кючуков „Ограничаването на светлинното замърсяване като елемент на светлинния дизайн“ | 359 |
| Мл. Проиков, В. Иванов, Р. Киров „Изследване на електромеханични устройства на постоянно и променливо напрежение“ | 379 |
| В. Младенов, В. Вита „Проект “INTERRFACE” на програмата на ЕС ХОРИЗОНТ 2020 – значимост на демонстрациите с участие на български екипи“ | 388 |
| Г. Димов, Св. Цветкова „Анализ на влиянието на пандемията от “Ковид 19“ върху показателите за непрекъснатост на електроснабдяването в България“ | 396 |
| Цв. Захариев „Кратък преглед на налични пазарни аналози в национален, регионален и световен мащаб на съоразения (технологични решения), за намаляване на реактивната електрическа енергия и/или преобразуването и в активна (предвид функцията и във формулата $P = U.I. \cos F$)“ | 408 |
| А. Воденичаров „Зеленият амоняк и алтернативните зелени горива и химикали в процеса на енергийна трансформация. Предизвикателства и възможности“ | 416 |
| D. Delcheva „Study of the characteristics, capabilities and efficiency of a system for intelligent management of the power supply of a resort complex“ | 429 |

ЕНЕРГИЕН ФОРУМ 2023

АНАЛИЗ НА ВЛИЯНИЕТО НА ПАНДЕМИЯТА ОТ “КОВИД 19” ВЪРХУ ПОКАЗАТЕЛИТЕ ЗА НЕПРЕКЪСНАТОСТ НА ЕЛЕКТРОСНАБДЯВАНЕТО В БЪЛГАРИЯ

Георги Димов, Светлана Цветкова

ANALYSIS OF THE IMPACT OF THE "COVID 19" PANDEMIC ON INDICATORS FOR CONTINUITY OF ELECTRICITY SUPPLY IN BULGARIA

Georgi Dimov, Svetlana Tzvetkova

Abstract: *The report presents the results of the reports and the analysis of the indicators for the quality of the electrical energy in the electric distribution networks regions of the Republic of Bulgaria. The aim of the study is to analyze and assess the impact of the "Covid 19" pandemic on the quality indicators of electric power supply in medium voltage electric distribution networks.*

ВЪВЕДЕНИЕ

През 2019 г., светът бе атакуван от непозната по своя вид и обхват интервенция. Причина за това бе „Ковид 19“ – вирус, който се разпространи по цялото земно кълбо. Вследствие на глобализацията, той проникна до всяко кътче и опасността, която бе определена че представлява, предизвика различни по своя обем и значимост реакции в България и по света.

Вследствие на взетите от правителството решения с обявяването на „Lockdown“, бяха ограничени всички сектори на икономика и бе преустановен социалният живот.

В резултат от прилагането на тези мерки се ограничи производството, а от там и потреблението на електроенергия за промишлеността. Всички хора бяха задължени да стоят по домовете си и да не излизат, което се изрази в повишаване на битовото потребление.

В доклада е направен анализ на влиянието на тези фактори върху сигурността на захранването на клиентите и върху показателите за непрекъснатост на електроснабдяването в България.

КРАТКА ХРОНОЛОГИЯ НА НАЧАЛОТО НА ПАНДЕМИЯТА

На 8 март 2020 г. са открити първите два случая на коронавирус в България. На 13 март Народното събрание гласува единодушно и обявява извънредно положение за цялата страна в период до 13 април. Училища, молове, барове, дискотеки, търговски центрове, кина, ресторанти, фитнес зали се затварят, други търговски обекти и бизнеси, без да е обявена забрана, също затварят или преминават на намалено работно време.

На 1 април 2020 г. е предложено, извънредното положение да се удължи до 13 май 2020 г., а на 3 април 2020 г. е прието от Народното събрание. По късно действието му е удължено до 14 юни 2020 г. Като реакция на четирите вълни на пандемията в България, се прилагат други мерки и ограничения.

На 05.05.2023 г. Световната здравна организация официално обявява финала на пандемията от коронавирус, отнела живота на над 6,9 милиона души и остави две години в изолация хората по света.

По време на действие на извънредното положение, се спира свободното движение по улиците. Въвежда се вечерен час. Затворени са всички ясли, детски градини, молове, заведения, училища, университети, фитнес, басейни и спортни зали, молове, ресторанти, кина, музеи и театри. На всички хора е препоръчано да стоят по домовете и да излизат само при необходимост. Тези дейности, за които има техническа възможност, се извършват от

домовете. За всички останали е задължително наличие на специално разрешение за придвижване. На всички изходи от населените места се поставят контролно-пропускателни пунктове (КПП), за контрол на влизащите и излизащите. Преминването през тях, е възможно при наличие на специална декларация или служебен документ. През първите дни има разминавания в изискванията, което усложнява придвижването извън населените места.

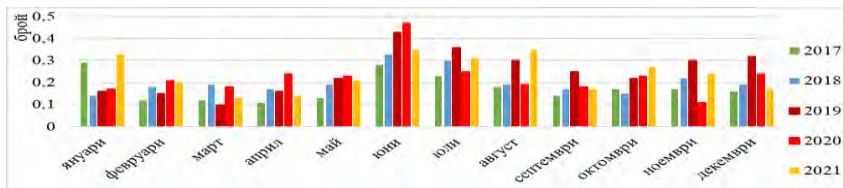
Правителството създава специален режим на работа на аварийните служби и разрешителни за придвижване. Подготовката и създаването на съответната документация отнема значително време. Това рязко намалява ефективността и бързината за реакция при аварии и нарушения в захранването в електроразпределителната мрежа. За ограничаване на контактите между сътрудниците, се създават постоянни екипи. Те се оборудват с препоръчаните от здравните власти индивидуални средства за защита и документи за безпрепятствено придвижване през обслужваната територия. На по-късен етап с указание от Министерски съвет, аварийните екипи се пропускат през КПП, без да чакат на огромните опашки.

Всичко описано по-горе, оказва съществено влияние върху работата по осигуряване на непрекъснато захранване на клиентите. Повишава се аварийността и времето за реакция. Спира се всички планови и инвестиционни дейности, което води в следващите периоди до намаляване на сигурността на електроразпределителната мрежа (ЕРМ).

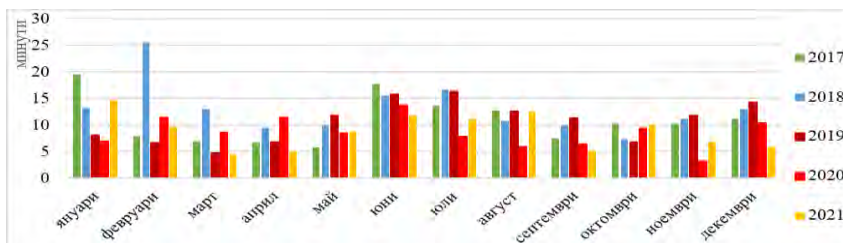
ПОСТИГНАТИ РЕЗУЛТАТИ ЗА ПЕРИОДА ОТ 2017 ДО 2021 Г.

Разглеждат се показателите за непрекъснатост на електроснабдяването за периода от 2017 до 2021 г. по месеци в ЕРМ средно напрежение на електроразпределителните дружества (ЕРД) в България.

На фиг. 1 и фиг. 2 са показани стойностите на показателите за непрекъснатост на неплановите изключения за посочения период.



Фиг. 1. SAIFI за неплани изключения

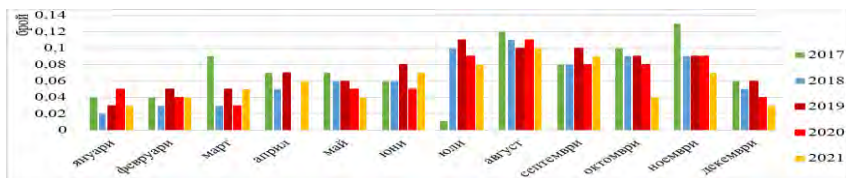


Фиг. 2. SAIDI за неплани изключения

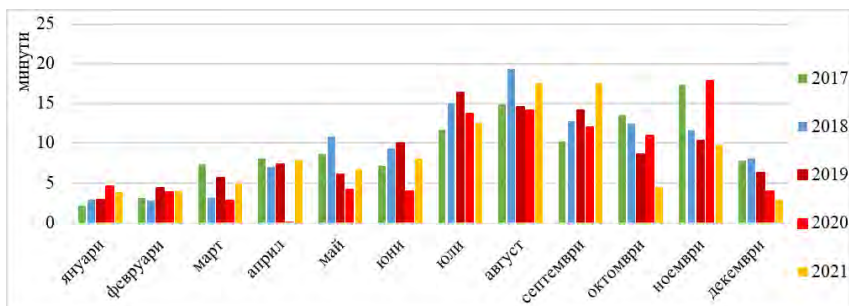
През месеците с обявен локдаун се наблюдава завишаване на броя на изключенията за всеки месец на 2020 г. (фиг. 1), спрямо останалите години от разглеждания период.

От фиг. 2 се вижда, че за периода Март и Април 2020 г., през който преминава процеса по установяване на регламентиран режим за преминаване през КПП, има завишаване на продължителността на изключенията, в сравнение с другите години. През следващите месеци тези стойности се нормализират. По-надолу ще се разгледа детайлно този процес.

При плановите изключения в ЕРМ, показани на фиг. 3 и фиг. 4, се забелязва чувствителна промяна за първите месеци от пандемията.



Фиг. 3. SAIFI за планови изключения



Фиг. 4. SAIDI за планови изключения

Резултатите представени на фиг. 3 показват, че при въведен “локдаун” през 2020 г., рязко намаляват изключенията свързани с планови мероприятия. Това е свързано с невъзможността да се работи, поради ограниченията по придвижване, но и с нарушаване на доставките, както на оперативното ниво, така и от производителите.

От фиг. 4 се вижда, че плановите изключенията през 2020 г. са с чувствително по-малко времетраенето, в сравнение с предходните години. Това е в резултат от извършването от електроразпределителните компании само на краткотрайни неотложни ремонтни дейности по ЕРМ средно напрежение.

АНАЛИЗ НА ПОКАЗАТЕЛИТЕ ЗА ПРЕКЪСВАНИЯТА

Най-силно е влиянието на ограниченията са през първите месеци на пандемията. Поради тази причина ще разгледаме по-детайлно периода на първите 4 месеца (от Март до Юни 2020 г.),

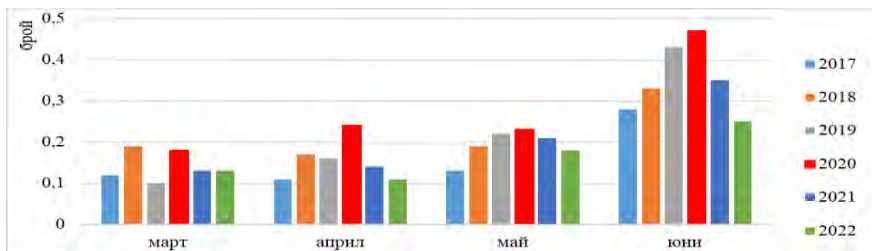
сравнявайки го със същите месеци на 2017, 2018 и 2019 г. (преди пандемията) и 2021 и 2022 г. (след пандемията). Метеорологичните условия през 2020 г. не се отличават много от условията за месеците в посочения период през останалите разглеждани години.

В Таблица 1 са показани показателите за средния брой на изключванията. За м. Март 2020 г. данните показват, че средния им брой е по-висок с 26%, в сравнение с останалите години. По принцип м. Март се характеризира с неустойчиви метеорологични условия, но през 2020 те не са били извън нормалните. През м. Април 2020 г. вече се забелязва, че има чувствителен ръст с 43% на неплановите изключвания, като тази тенденция се запазва и през м. Май и Юни 2020 г. (19% и 30%).

Анализирайки тези данни може да потвърдим, че по време на „локдаун“ се наблюдава трайно завишаване на неплановите прекъсвания за целия изследван период.

Таблица 1. Стойности на SAIFI за непланови изключвания

| SAIFI Непланови | март | април | май | юни |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 2017 | 0,12 | 0,11 | 0,13 | 0,28 |
| 2018 | 0,19 | 0,17 | 0,19 | 0,33 |
| 2019 | 0,1 | 0,16 | 0,22 | 0,43 |
| 2020 | 0,18 | 0,24 | 0,23 | 0,47 |
| 2021 | 0,13 | 0,14 | 0,21 | 0,35 |
| 2022 | 0,13 | 0,11 | 0,18 | 0,25 |

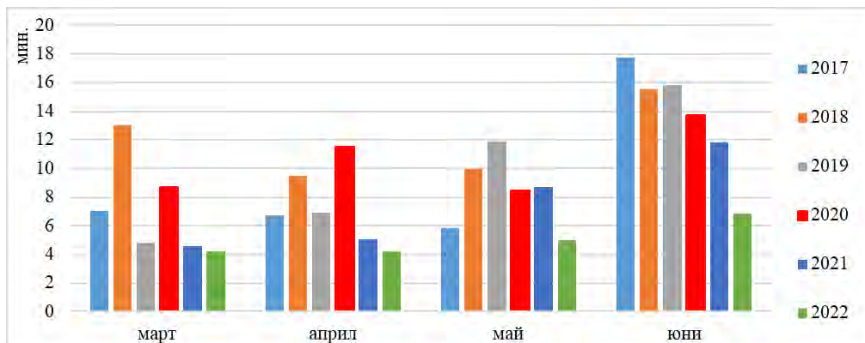


Фиг. 5. SAIFI за непланирани изключения от Март до Юни

Тези резултати са визуализирани на фиг. 5, където стойностите на броя на изключенията за 2020 г. са най-високи спрямо аналогичните месеци на останалите години, т.е. има силно влошаване на качеството на захранването на потребителите за този период.

Таблица 2. Стойности на SAIDI за непланирани изключения

| SAIDI Непланирани | март | април | май | юни |
|------------------------------|------|-------|-------|-------|
| 2017 | 7,03 | 6,74 | 5,86 | 17,76 |
| 2018 | 13 | 9,48 | 9,97 | 15,51 |
| 2019 | 4,8 | 6,88 | 11,85 | 15,82 |
| 2020 | 8,68 | 11,49 | 8,49 | 13,75 |
| 2021 | 4,56 | 5,04 | 8,71 | 11,79 |
| 2022 | 4,22 | 4,2 | 5,01 | 6,87 |



Фиг. 6. SAIDI за непланирани изключения от Март до Юни

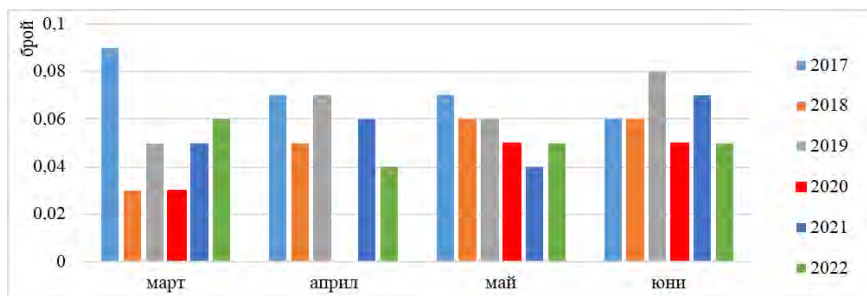
От Таблица 2 и фиг. 6 може да се видят продължителността на смущенията за изследвания период. Може да се обобщи, че продължителността на непланираните изключения е завишена през м. Март 2020 г. е с 23%, а през м. Април 2020 г. с 44% , спрямо същите месеци на останалите години, от периода който се разглежда. Причината за това увеличение се дължи на факта, че през тези два месеца, както бе споменато по-горе, имаше неустановен ред за придвижване на хора, техника и др. Това доведе до увеличаване на времетраенето, за което аварийните екипи можеха да достигнат до аварията, а от там и на продължителността на прекъсванията. Като по-късно през Май 2020 г. с помощта на правителството, се регулират тези дейности. Вследствие на тези организационни мерки, времетраенето на изключенията не се отличават силно от годините преди и след пандемията, съответно и качеството на захранване.

Анализирайки броя и времето на прекъсванията, свързани с планови дейности за периода (Таблица 3, фиг. 7 и Таблица 4, фиг. 8), може да се види закономерността, че със започването на пандемията те рязко намаляват. Както вече по-горе бе споменато причините за малкия брой планови изключения са две:

- Не се разрешава излизане на персонала за работа по обектите.
- Липса на оперативни доставки и доставки от производители поради блокиране на транспорта между населените места.

Таблица 3. Стойности на SAIFI за планови изключения

| SAIFI Планови | март | април | май | юни |
|------------------|------|-------|------|------|
| 2017 | 0,09 | 0,07 | 0,07 | 0,06 |
| 2018 | 0,03 | 0,05 | 0,06 | 0,06 |
| 2019 | 0,05 | 0,07 | 0,06 | 0,08 |
| 2020 | 0,03 | 0 | 0,05 | 0,05 |
| 2021 | 0,05 | 0,06 | 0,04 | 0,07 |
| 2022 | 0,06 | 0,04 | 0,05 | 0,05 |



Фиг. 7. SAIFI за планови изключения от Март до Юни

В Таблица 3 и на фиг. 7 се наблюдават с 87% по-нисък брой изключения за м. Март 2020 г., в сравнение с другите

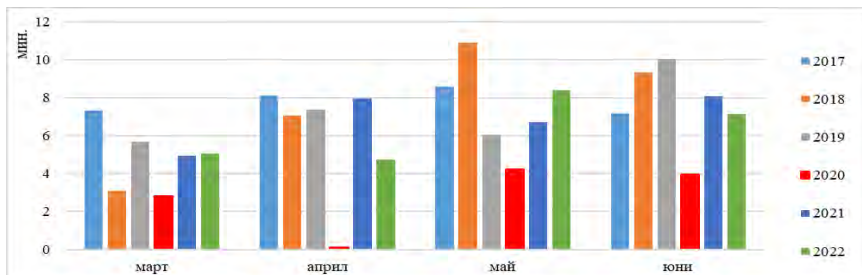
години, което е свързано с началото на извънредното положение. През м. Април 2020 г. има почти нулев брой изключвания, като причина за това е пълното прекратяване на плановите дейности, както от ЕРД, така и от ЕСО. През Май и Юни 2020 г. планираната дейност се възстановява, но редуцирана съответно с 12% и 28% спрямо съответните месеци на останалите години в разгледания период, поради ограничителните мерки, които са въведени в транспорта.

В Таблица 4 и на фиг. 8 показателите за продължителност на изключванията са аналогични с техния брой. Извършват се само краткотрайни неотложни профилактични и ремонтни дейности.

Таблица 4. Стойности на SAIDI за планови изключвания

| SAIDI Планови | март | април | май | юни |
|--------------------------|------|-------|-------|-------|
| 2017 | 7,33 | 8,13 | 8,59 | 7,17 |
| 2018 | 3,1 | 7,06 | 10,89 | 9,33 |
| 2019 | 5,66 | 7,37 | 6,05 | 10,05 |
| 2020 | 2,8 | 0,1 | 4,21 | 3,94 |
| 2021 | 4,93 | 7,94 | 6,69 | 8,06 |
| 2022 | 5,04 | 4,73 | 8,38 | 7,12 |

Отново на фиг. 8, за м. Март 2020 г. се наблюдават по ниски стойности с 86% в сравнение с другите години, поради началото на ограниченията.. За м. Април 2020 г. се виждат почти нулеви показатели поради решението да не се извършват планови изключвания.



Фиг. 8. SAIDI за планови изключения от Март до Юни

Решенията за прекратяване на плановите изключения са предизвикани и от факта, че всички граждани през този период се намираха по домовете си, а голяма част от тях се отопляваха и с електрическа енергия. Друга причина бяха отдалечената работа (home office) и обучението на ученици и студенти, при което всяко едно прекъсване водеше до блокиране на съответната дейност.

Анализът показва, че и през следващите години имаме по-ниски стойности на броя на плановите прекъсвания и тяхната продължителност. Това частично се дължи на ограниченията, които продължаваха да се прилагат под една или друга форма, но в по-малък обхват и наличието на дистанционно обучение и работа на голяма част от населението.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализът на постигнатите стойности на показателите за непрекъснатост на електроснабдяването SAIFI и SAIDI в България показва, че при поява на ограничителни мерки вследствие на пандемията от “Ковид 19“, се наблюдават процеси, които водят до нетипични за нормалното функциониране резултати в разпределителните мрежи средно напрежение. Те са в резултат от действия, които пречат работата на служителите на ЕРД и възможността да се придвижват. Влияние оказва и пряката заплаха от заразяване при контактуването с голям брой клиенти, върху живота и здравето на хората, които работят по съоръженията.

Реално тези ограничения водят до влошаване на показателите за непрекъснатост на електроснабдяването в ЕРМ на България, като увеличават броя и времетраенето на аварийните прекъсвания, съответно влошаване на качеството на снабдяване на клиентите за периода.

Намаляването на плановете дейности, а от там и прекъсванията за извършването им, води до влошаване на сигурността на захранването на потребителите в дългосрочен период. Резултатите от липсата на инвестиции, частично са компенсирани през следващите години, но ще виждаме последствията още известен период от време. Това компрометира сигурността на ЕРМ, а от там и ще има влияние върху стойностите на показателите за непрекъснатост на електроснабдяването в бъдеще.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Tzanev T., S. Tzvetkova, Quality of electrical energy, Avangard Prima, Sofia, 2011.*
- [2] *BDS EN 50160:2011 Voltage characteristics of electricity supplied by public electricity networks.*
- [3] *ДКЕВР, Методика за отчитане изпълнението на целевите показатели и контрол на показателите за качество на електрическата енергия и качество на обслужването на мрежовите оператори, обществените доставчици и крайни снабдителни, 17 юни 2010 г.*
- [4] *Tzvetkova S., Petleshkov A., Lozanov Y., Assessment of the electrical energy quality indicators of 20/0,4kV transformer station, 2019 11th Electrical Engineering Faculty Conference, 2019, ISBN 978-172812697-5.*

АВТОРИ

Георги Димов, маг. инж., ТУ-София,

e-mail: g_dimow@abv.bg

Светлана Цветкова, доц., д-р, инж., ТУ-София,

e-mail: stzvet@tu-sofia.bg