
ЕНЕРГЕТИКА
2026
МЕПСО
ЗЕМАК



Во издание на АД МЕПСО
Ул. Максим Горки бр. 4, Скопје
Република Северна Македонија
www.mepso.com.mk

Генерален директор:
Проф. д-р Бурим Љатифи
Техничка подготовка:
Ирина Даскаловска Ќосевска
Виолета З. Стојановска

ОКТОМВРИ 2025

ВОВЕД

Енергетската транзиција, забрзаниот развој на обновливите извори на енергија, примената на нови технологии и промените во структурата на потрошувачката поставуваат сè поголеми барања пред електроенергетските системи. Во услови на динамични промени и сè поизразена потреба од сигурно, стабилно и одржливо снабдување со електрична енергија, развојот и модернизацијата на преносната мрежа претставуваат еден од клучните предуслови за успешна енергетска транзиција.

Токму овие предизвици беа во фокусот на меѓународната конференција "ЕНЕРГЕТИКА 2026", организирана од ЗЕМАК, која претставува платформа за размена на знаења, искуства и стручни мислења меѓу енергетските компании, инженерите, истражувачите и академската заедница. Конференцијата овозможи презентирање на актуелни решнија, технолошки достигнувања и практични искуства што придонесуваат за развој на посигурен, поефикасен и поодржлив енергетски сектор.

За МЕПСО, како оператор на електропреносниот систем, активното учество на вакви стручни собири претставува можност за споделување на знаењата и искуствата стекнати во секојдневното работење, но и за активно учество во стручната размена на мислења за актуелните предизвици и за иднината на електроенергетиката.

Ова посебно електронско издание е посветено на учеството на МЕПСО на конференцијата "ЕНЕРГЕТИКА 2026" и ги обединува обраќањата на претседателот на ЗЕМАК, Борко Алексоски, на генмералниот директор на АД МЕПСО, Бурим Љатифи, како и апстрактите на стручните и научни трудови подготвени од нашите колеги. Тие опфаќаат различни аспекти од работењето, планирањето, управувањето и унапредувањето на електропреносниот систем, одразувајќи ја стручноста, професионалното искуство и посветеноста на вработените кон континуирано усовршување и примена на современите инженерски пристапи.

Веруваме дека ова издание ќе поттикне нови идеи, стручни дискусии и можности за соработка, со единствена цел, развој на модерен, сигурен и одржлив електроенергетски систем, подготвен за потребите на иднината.

ЗЕМАК

ЕНЕРГЕТИКАТА ВО ПЕРИОД НА ТРАНСФОРМАЦИЈА: ПРЕДИЗВИЦИ, РЕШЕНИЈА И НОВИ ПЕРСПЕКТИВИ

Говор на претседателот на ЗЕМАК , Борко Алексоски, на меѓународната конференција "ЕНЕРГЕТИКА 2026"



Енергетскиот сектор се наоѓа во период на длабоки промени, поттикнати од технолошкиот развој, новите регулаторни рамки и потребата од одржливост кои го менуваат начинот на кој се произведува, пренесува, складира и користи електричната енергија. За македонската енергетика, овие промени претставуваат и предизвик и можност за изградба на посовремен, пофлексибилен и поконкурентен електро-енергетски систем. Забрзаниот развој на фотоволтаичните електрани и ветропаркови, ја потврди важноста на обновливи извори, но нивната интеграција отвора и прашања поврзани со стабилноста, флексибилноста и ефикасното управување со системот.

Во тој контекст, јасната и предвидлива регулаторна рамка, усогласена со европската енергетска политика, е важен предуслов за инвестиции, воведување нови технологии и развој на конкурентен пазар на енергија. Еден од клучните приоритети е развојот на системите за складирање на енергија, кои овозможуваат подобро искористување на ОИЕ и поголема флексибилност на системот. Истовремено, европските политики за декарбонизација, вклучително и механизмот CBAM, ја нагласуваат потребата од намалување на емисиите, зголемување на енергетската ефикасност и зачувување на конкурентноста на домашната индустрија.

Сложените предизвици бараат соработка меѓу институциите, енергетските компании, регулаторните тела, индустријата и акаде-мската заедница. Потребна е размена на практични искуства, стручна аргументација и истражувачка работа како и континуирано професионално усовршување. Придонесот на инженерите, истражувачите и стручните лица е особено важен бидејќи нивните анализи и предложени решенија овозмо-жуваат подобро разбирање на предизвиците и донесување одлуки засновани на знаење и стручност.

Токму во тоа се состои значењето на меѓународната конференција „ЕНЕРГЕТИКА 2026", организирана од Здружението на енергетичарите на Македонија – ЗЕМАК. Таа е платформа за поврзување на знаењето и практиката, презентирање на новите дости-гнувања и отворање дискусии за иднината на енергетскиот сектор. ЗЕМАК ќе продолжи да ја остварува својата учога во поврзување на енергетската професија, науката и праксата, со уверување дека заедничкиот пристап и примената на современите технологии се клучни за развој на сигурен, флексибилен и одржлив електроенергетски систем способен да одговори на потребите на енергетската транзиција и идниот економски развој.

ЕНЕРГЕТСКАТА ТРАНЗИЦИЈА БАРА ПРЕНОСНА МРЕЖА ПОДГОТВЕНА ЗА ИДНИНАТА

Порака на генералниот директор на АД МЕПСО, доц.др.Бурим Љатифи, по повод учеството на компанијата на ЗЕМАК 2026



Енергетската транзиција веќе не е избор, туку процес што бара навремено и одговорно спроведување, без да се загрозат сигурноста, стабилноста и квалитетот на снабдувањето со електрична енергија. Во овој процес, преносната мрежа има стратешка улога, бидејќи таа е основа за интеграција на новите производни капацитети, развој на индустријата и долгорочна енергетска сигурност. Зголеменото производство од обновливи извори, развојот на системите за складирање на енергија и дигитализацијата на управувањето бараат флексибилна и модерна мрежа. Истовремено, растечките потреби на индустријата и дата-центрите ја нагласуваат важноста на расположивите преносни капацитети и квалитетот на напојувањето. Затоа, координираниот развој на производството и преносната мрежа, заедно со зајакнувањето на регионалната поврзаност, е неопходен за сигурно и ефикасно функционирање на електро-енергетскиот сектор.

Успешната енергетска транзиција е прашање на конкурентност, инвестиции и економски развој. За македонските компании да одговорат на новите пазарни и регулаторни барања, потребен е стабилен и предвидлив систем што подразбира соработка меѓу институциите, регулаторите, енергетските компании, инвеститорите и академската заедница. Во таа насока, ја цениме улогата на ЗЕМАК и на конференцијата „ЕНЕРГЕТИКА 2026“, како платформа за размена на знаења, искуства и практични решенија. Трудовите на колегите од МЕПСО претставени во ова електронско издание се потврда за нивната стручност, професионално искуство и посветеност на унапредувањето на електропреносниот систем.



Определбата на МЕПСО е да продолжи со модернизацијата и дигитализација на преносната мрежа, како и со зајакнувањето на регионалната поврзаност, за да обезбеди инфраструктура подготвена за новите енергетски и индустриски потреби. Верувам дека размената на знаења и искуства, поттикната од ЗЕМАК ќе поттикне нови идеи, соработка и решенија применливи во практиката. Нашата обврска е да ја развиваме мрежата денес, за таа сигурно и ефикасно да одговори на потребите на енергетиката на утрешнината.



МЕПСО НА ЗЕМАК 2026

AI ДАТА ЦЕНТРИ И ПРЕНОСНА МРЕЖА: ПРЕДИЗВИЦИ И МОЖНОСТИ ЗА МАКЕДОНИЈА

Климент Наумовски , Александар Пауновски



Во трудот се презентирани особеностите на интеракцијата меѓу дата центрите и електроенергетскиот систем, односно, со преносните мрежи: предизвиците за нивна интеграција во мрежите, како европските преносни оператори одговараат преку нови услови за приклучување (на пример напонска регулација, способност за останување во погон при дефект во преносната мрежа), како овие трендови се поврзуваат со концептот на МЕПСО за енергетски хабови на 400 kV мрежа, наменети прво за обновливи извори на енергија (ОИЕ), а потоа и за дата центри. Трудот разгледува и дали дата центрите можат да помогнат во адресирање на високите напони забележани во периоди на ниски пролетни оптоварувања.



ЕНЕРГЕТСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА AI ДАТА ЦЕНТРИ

Климент Наумовски, Александар Пауновски

Побарувачката за електрична енергија на дата центри забрзано расте, во голема мера поради развојот на вештачката интелигенција. Според ENTSO-E (мај 2026), европската потрошувачка на дата центри се очекува да порасне за над 70% во периодот 2025–2030, концентрирана во hyperscale и „scale colocation" објекти со капацитет од десетици до стотици мегавати. Трудот ја адресира актуелната тема на развојот на дата центри од аспект на електроенергетските системи и преносните мрежи.



ПРЕЗЕНТАЦИЈА НА ЕНЕРГЕТСКАТА СОСТОЈБА ВО МАКЕДОНИЈА ПО СЕГМЕНТИ НА ДНЕВНО, МЕСЕЧНО, ГОДИШНИ НИВО ПРЕКУ ИЗМЕРЕНИТЕ ПОДАТОЦИ И ПРИСТАП НА КОРИСНИЦИТЕ НА ПРЕНОСНАТА МРЕЖА ДО ПОДАТОЦИТЕ ОД БАЗАТА НА СИСТЕМОТ ЗА ДАЛЕЧИНСКО ОТЧИТУВАЊЕ AMR/MDM- СИСТЕМ

Билјана Продановиќ , Драган Влајкиновски

Современиот електроенергетски систем се темели на навремено прибирање, обработка и анализа на точни и сигурни мерни податоци. Во тој контекст, системите за Automatic Meter Reading (AMR) и Meter Data Management (MDM) овозможуваат автоматизирано далечинско прибирање, складирање и управување со податоците од мерните места. Во трудот е анализирана примената на AMR/MDM системот за следење и презентација на енергетската состојба во Република Северна Македонија на дневно, месечно и годишно ниво. Посебно внимание е посветено на обработката на Load Profile податоците, идентификацијата на максимални и минимални оптоварувања и изработката на извештаи. Практичниот пример се базира на примена на системот IDSpecto и пристапот до мерните податоци од преносната мрежа. Резултатите ја потврдуваат важноста на AMR/MDM системите за автоматизација, анализа и подобро управување со електроенергетските податоци.



ВЛИЈАНИЕТО НА ПРЕМИНОТ ОД NTC КОН FLOW-BASED ПРЕСМЕТКА НА ПРЕКУГРАНИЧНИОТ ПРЕНОСЕН КАПАЦИТЕТ БРЗ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИОТ СИСТЕМ НА РСМ

Живорад Серафимовски, Ивана Стефановска, Ненад Јовановски, Ристе Мицевски



Операторите на преносните системи во Југоисточна Европа се наоѓаат пред стратешка транзиција — премин од концептот на нето-преносен капацитет (NTC) кон методологијата на пресметка базирана на физичките текови на моќноста (Flow-Based). Овој труд нуди квантитативна процена на ефектите од овој премин врз електроенергетскиот систем на Северна Македонија, потпирајќи се на реални оперативни податоци. Анализата е спроведена врз 287 часовни пресеци од паневропскиот здружен мрежен модел за периодот од 26 март до 6 април 2026 година, при што секој модел опфаќа приближно 23.700 јазли и 33.000 гранки. За потребите на истражувањето е развиен пресметковен модул со отворен код кој ги изведува факторите на распределба на преносот на моќност (PTDF), ги дефинира критичните мрежни елементи (CNEC) според сигурносниот критериум N-1 и го конструира соодветниот Flow-Based домен. Со цел егзактно да се изолира влијанието на самата методологија од варијациите во влезните податоци, вредностите за NTC се рекалкулирани врз истите модели како билатерален максимум за секоја граница поединечно. Резултатите ја разоткриваат структурната инхерентност на NTC методот: збирот на билатералните NTC вредности за Македонија теоретски изнесува 6.454 MW во извоз, додека реалниот истовремен капацитет што може да се оствари изнесува само 1.921 MW, што претставува преоценување од 70% (односно 68% во увоз). Оваа дискрепанца не се должи на погрешно проценети поединечни вредности, туку на фактот што секоја билатерална вредност претпоставува мирување на останатите три граници — состојба која е физички невозможна за истовремено исполнување. Со оглед на тоа што моќноста што ја напушта Македонија се канализира низ истите излезни коридори независно од дестинацијата, вкупниот истовремен извоз (1.921 MW) е близок до капацитетот на најсилната поединечна граница (2.209 MW), со што се потврдува дека повеќе граници не значат линеарно повеќекратен капацитет. Понатаму, анализата покажува дека во ниту еден од 287-те пресеци капацитетот не е лимитиран од нормалниот режим на работа, туку од условом за сигурност при испад (N-1). Индикативно е што во секој десетти часовен пресек како меродавен се јавува вод на границата меѓу Косово и Албанија, за кој македонскиот оператор нема директен системски преглед. Капацитетот се одликува со висока динамика и во текот на набљудуваните дванаесет дена варира од 772 MW до 2.571 MW, што ја докажува несоодветноста на сезонски фиксните вредности. Практичниот заклучок на трудот е дека успешната имплементација на Flow-Based моделот во Македонија критично ќе зависи од селекцијата на надгледуваните елементи, дефинирањето на расположливите корективни мерки и капацитетот на операторот самостојно да ја изведува оваа комплексна пресметка.

ПРЕКУ ТРАНСПАРЕНТНОСТ ДО ПОГОЛЕМА КОНКУРЕНТНОСТ ПРИ КРЕДИТИРАЊЕ И ФИНАНСИРАЊЕ НА ПРОЕКТИ ОД ЕНЕРГЕТСКАТА ИНФРАСТРУКТУРА

Саша Максимовски, Анастасија Илиеска



Реализацијата на капиталните инвестициони проекти во енергетскиот сектор претставува сложен процес кој бара обезбедување значителни финансиски средства, квалитетна проектна подготовка, ефикасно управување со ризици и воспоставување транспарентни и конкурентни механизми за донесување одлуки. Особено кај операторите на електропреносни системи, како АД МЕПСО, инвестициите имаат стратешко значење за сигурноста на електроенергетскиот систем, енергетската стабилност и исполнувањето на националните и европските енергетски цели. Овој документ ја разработува постапката за воспоставување конкурентен и транспарентен процес при обезбедување финансиски средства за реализација на капитални проекти преку кредитно задолжување. Прикажан е целокупниот проектен циклус, почнувајќи од идентификација на проектната потреба и подготовка на Проектен концепт, преку изработка на физибилити студија, економско-финансиска анализа и проектна документација, до избор на модел на финансирање, спроведување на постапка за задолжување, реализација на проектот и негово следење и евалуација. Посебно внимание е посветено на примената на принципите на транспарентност, конкурентност, економичност и одговорност при изборот на финансиски извори, како и на потребата од претходна анализа на финансиската одржливост, кредитниот капацитет, ризиците од задолжувањето и способноста за сервисирање на кредитните обврски. Разработени се и улогите на органите на управување на АД МЕПСО, постапките за добивање согласности од надлежните институции и барањата на финансиските институции во однос на подготвеноста на проектот за реализација (Project Readiness). Документот е усогласен со принципите утврдени во Уредбата за управување со јавни инвестиции („Службен весник на Република Северна Македонија“ бр. 78 од 11.04.2025 година), Законот за буџети, релевантната регулатива за задолжување, како и со добрите меѓународни практики на Европската инвестициска банка (ЕИБ), Европската банка за обнова и развој (ЕБОР) и Светската банка. Воспоставувањето на ваква систематизирана постапка овозможува подобра подготовка на капиталните проекти, намалување на финансиските и проектните ризици, зголемување на довербата кај кредиторите и обезбедување долгорочно одржливо финансирање на стратешките инвестиции на АД МЕПСО.

ПОТРЕБАТА ОД ВОСПОСТАВУВАЊЕ НА ОДРЖЛИВ МОДЕЛ НА УПРАВУВАЊЕ СО КОРПОРАТИВНИ РИЗИЦИ ВО АД МЕПСО

Саша Максимовски



Во услови на брзи технолошки промени, енергетска транзиција, климатски предизвици, геополитички неизвесности и зголемени сајбер закани, управувањето со корпоративните ризици во енергетските компании претставува една од клучните функции на современото корпоративно управување. Институциите и компаниите кои управуваат со критична инфраструктура имаат обврска да воспостават интегриран систем кој овозможува навремена идентификација, процена, третман и континуирано следење на ризиците кои можат да влијаат врз нивното работење, стабилност и одржливост. АД МЕПСО, како оператор на електропреносниот систем на Република Северна Македонија, претставува компанија од особено значење за енергетската безбедност на државата и сигурноста на регионалниот електро-енергетски систем. Работењето на Друштвото е изложено на различни стратешки, оперативни, финансиски, регулаторни, сајбер, репутациски и ризици од неусогласеност (compliance risks), што ја наметнува потребата од воспоставување сеопфатен и одржлив систем за управување со корпоративни ризици. Целта на овој труд е да ја истакне потребата од воспоставување модел за управување со корпоративни ризици преку Политиката за управување со корпоративни ризици, која претставува основа на современото корпоративно управување и составен дел од системот на внатрешни финансиски контроли, управувањето со интегритетот и обезбедувањето сигурно и континуирано функционирање на Друштвото. Во трудот дополнително се анализираат специфичните ризици карактеристични за операторите на електропреносни системи, како и значењето на функцијата за усогласеност (Compliance), сајбер безбедноста и интегритетот во воспоставувањето интегриран систем за управување со ризици. Посебно внимание е посветено на воспоставувањето и примената на Регистарот на ризици како основен инструмент за идентификација, процена, следење и третман на ризиците, како и на Мапата на работни места подложни на корупција како механизам за препознавање и управување со ризиците од корупција и судир на интереси. Резултатите покажуваат дека примената на единствена методологија за управување со ризици овозможува систематски пристап кон идентификацијата и проценката на ризиците, поефикасно распределување на ресурсите, навремено донесување управувачки одлуки, намалување на изложеноста на критични ризици и подобрување на ефикасноста на корпоративното управување.

Интегрирањето на управувањето со ризици во процесите на стратешко и оперативно планирање придонесува за повисоко ниво на отпорност, транспарентност, отчетност и долгорочна одржливост на Друштвото.

ВОВЕДУВАЊЕ МЕХАНИЗАМ ЗА ОБЕЗБЕДУВАЊЕ РЕАКТИВНА МОЖНОСТ ПРЕКУ МРЕЖНИТЕ ПРАВИЛА – ПРВ ЧЕКОР КОН ВОСПОСТАВУВАЊЕ ПАЗАР ЗА НЕФРЕКВЕНТНИ ПОМОШНИ УСЛУГИ ВО РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА

Игор Стојановски, Живорад Серафимовски



Директивата (ЕУ) 2019/944 воведува обврска за транспарентно, недискриминаторно, но и економски оправдано пазарно обезбедување на нефреквентни помошни услуги за сигурно функционирање на електроенергетските системи. Посебно значење во рамките на овие услуги има обезбедувањето на реактивна моќност и контролата на напонот, кои претставуваат основен предуслов за сигурно работење на електропреносната мрежа во услови на зголемена интеграција на обновливи извори на енергија. Согласно европската регулаторна рамка, операторите на преносните системи се обврзани да воспостават соодветни механизми за обезбедување на овие услуги и да ги дефинираат техничките услови за нивно обезбедување. Во претходно презентираниот концепт за набавка на нефреквентни помошни услуги беа разгледани три комплементарни механизми за обезбедување на реактивна моќност (Столб А, Столб В и Столб С), кои заеднички претставуваат основа за воспоставување на функционален систем за набавка на овие услуги. Во рамките на овој концепт, Столб А се однесува на обезбедување на реактивна моќност преку технички барања и обврски дефинирани во мрежните правила, Столб В на пазарна набавка на услуги, а Столб С на користење на целосно интегрирани мрежни компоненти. Овој труд е фокусиран на имплементацијата на Столб А во АД МЕПСО како прва и неопходна фаза во процесот на воспоставување национален механизам за обезбедување нефреквентни помошни услуги. Анализирани се барањата од европската регулатива, релевантните практики на европските оператори на преносните системи, како и можностите за нивна примена во македонскиот електроенергетски систем. Посебен акцент е ставен на дефинирањето на минималните технички способности за обезбедување реактивна моќност, улогата на производните постројки и обновливите извори на енергија, условите за користење на услугата од страна на операторот на системот и можностите за воведување соодветен механизам за надоместување. Резултатите покажуваат дека воведувањето на Столб А претставува технички и регулаторно оправдан пристап за обезбедување на потребните извори на реактивна моќност, истовремено создавајќи предуслови за развој на идни пазарни механизми за набавка на нефреквентни помошни услуги. Ваквиот пристап овозможува постепена транзиција од постојниот модел кон современа европска практика, обезбедувајќи повисока напонска стабилност, поефикасно искористување на расположливите ресурси и усогласување со барањата од европското енергетско законодавство.

ПРИМЕНА НА МАШИНСКО УЧЕЊЕ ВО SCADA СИСТЕМИТЕ ЗА ЕЛЕКТЕОЕНЕРГЕТСКАТА ИНФРАСТРУКТУРА

Ивона Јосифоска, Андреа Златков, Виолета Ингилизова Миовска, Стефан Спасовски

SCADA системите претставуваат основа за мониторинг, управување и автоматизација на електроенергетската инфраструктура, при што генерираат големи количини на податоци во реално време. Со развојот на машинското учење се отвораат нови можности за анализа на овие податоци, подобрување на оперативната ефикасност и поддршка при донесување одлуки. Во овој труд се разгледува примената на машинското учење во SCADA системите, со акцент на предвидување на електричното оптоварување, детекција на аномалии, предиктивно одржување и оптимизација на работата на електроенергетските системи. Исто така, се анализираат придобивките и предизвиците од имплементацијата на алгоритмите за машинско учење во современите SCADA системи.

АНАЛИЗА НА САЈБЕР БЕЗБЕДНОСНИТЕ РИЗИЦИ И МЕХАНИЗМИ ЗА ЗАШТИТА НА SCADA СИСТЕМИТЕ ВО ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКАТА ИНФРАСТРУКТУРА

Ивона Јосифовска, Андреа Златков, Виолета Ингилизова Миовска, Стефан Спасовски, Ивана Петрушевиќ

Електроенергетската инфраструктура претставува критична компонента на современото општество, при што SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) системите играат клучна улога во следењето, управувањето и автоматизацијата на производството, преносот и дистрибуцијата на електрична енергија. Со зголемената дигитализација и поврзаноста на индустриските контролни системи, значително се зголемува и нивната изложеност на сајбер закани. Овој труд ги анализира главните сајбер безбедносни ризици со кои се соочуваат SCADA системите во електроенергетската инфраструктура, како што се неовластен пристап, злонамерен софтвер, напади врз комуникациските протоколи и напади со одбивање на услуга. Дополнително, се разгледуваат современите механизми за заштита, вклучувајќи сегментација на мрежата, контрола на пристап, системи за откривање на напади и примена на меѓународни безбедносни стандарди. Целта на трудот е да укаже на значењето на сеопфатниот пристап кон сајбер безбедноста за обезбедување сигурно, безбедно и континуирано функционирање на електроенергетските SCADA системи.



ИЗГРАДБА НА DISASTER RECOVERY ЛОКАЦИЈА КАКО ОСНОВА ЗА ОБЕЗБЕДУВАЊЕ КОНТИНУИТЕТ И ОТПОРНОСТ НА ИКТ ИНФРАСТРУКТУРАТА НА АД МЕПСО

Александар Николовски

Современите електроенергетски системи сè повеќе зависат од информациско-комуникациските технологии кои обезбедуваат поддршка на деловните процеси, управувањето со системите и размената на критични информации. Како оператор на електропреносниот систем, МЕПСО има обврска да обезбеди висока достапност, сигурност и континуитет на ИКТ инфраструктурата која ги поддржува критичните процеси. Со цел подобрување на отпорноста кон различни видови ризици, вклучувајќи технички дефекти, природни непогоди, физички инциденти и сајбер закани, реализиран е проект за изградба на нова Disaster Recovery локација со современа серверска инфраструктура. Проектот опфаќа изградба на нова сервер сала со капацитет од шест ИТ кабинети, редундантни системи за напојување и ладење, комуникациска инфраструктура, системи за автоматско управување, противпожарна заштита и физичка безбедност. Реализираното решение претставува основа за обезбедување на континуитет на ИКТ услугите и зголемување на сајбер отпорноста на критичната енергетска инфраструктура.

ДАЛИ ВЕШТАЧКАТА ИНТЕЛЕГЕНЦИЈА МОЖЕ ДА ГИ ЗАМЕНИ ОПЕРАТОРИТЕ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИОТ СИСТЕМ?

Димитар Илиев

Апстракт Развојот на вештачката интелигенција (ВИ) отвора нови можности за подобрување на управувањето со електроенергетските системи преку автоматизација, анализа на големи количини податоци и поддршка при донесување одлуки. Современите алгоритми овозможуваат попрецизно прогнозирање на потрошувачката и производството на електрична енергија, рано откривање на дефекти и оптимизација на работењето на електроенергетската мрежа. Сепак, и покрај значајниот технолошки напредок, целосната замена на операторите на електроенергетските системи останува малку веројатна поради потребата од човечка проценка, искуство и одговорност при управување со вонредни и непредвидливи состојби. Овој труд ќе ги анализира можностите и ограничувањата на примената на вештачката интелигенција во електроенергетските диспечерски центри и ќе ја разгледа идната улога на операторот во услови на зголемена автоматизација.



ПРИМЕНА НА КОРЕКТИВНИ МЕРКИ ПРИ УПРАВУВАЊЕ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИОТ СИСТЕМ НА МАКЕДОНИЈА ВО РЕАЛНО ВРЕМЕ

Златко Ацевски



Стабилната работа на електроенергетскиот систем е основен критериум за да се обезбеди континуиран и сигурен пренос на електрична енергија до потрошувачите приклучени на електро-преносната мрежа. Работата на ЕЕС во реално време многу често е проследена со преоптоварување на елементи во мрежата, појава на напони кои се надвор од дозволените напонски ограничувања, потреба од промена на вклопна состојба во мрежата со цел намалување на загушувањата и слични ограничувања. За да се обезбеди стабилна и сигурна работа на ЕЕС, дежурните деспечери во Националниот диспечерски центар на МЕПСО користат низа на превентивни и корективни мерки. Во овој труд е направена анализа на конкретни сценарија при управување во реално време на ЕЕС, и примена на соодветни корективни мерки со цел воспоставување на нормална работа на ЕЕС.

РЕКОНСТРУКЦИЈА НА КОМАНДНИ ЗГРАДИ ВО ТРАФОСТАНИЦИТЕ НА МЕПСО ЗА ПОДОБРУВАЊЕ НА ЕЕ КАРАКТЕРИСТИКИ, ИНТЕГРАЦИЈА НА ОБНОВЛИВИ ИЗВОРИ НА ЕНЕРГИЈА И НАМАЛУВАЊЕ НА ЕМИСИИ НА CO2

Слаѓана Кољозов, Петрит Љатифи, Семијал Зибери



АД МЕПСО реализира проект за реконструкција на командните згради во повеќе трафостаници, со цел подобрување на енергетската ефикасност и нивна модернизација. Покрај подобрувањето на функционалноста на објектите, проектот ќе придонесе и за намалување на потрошувачката на електрична енергија, интеграција на обновливи извори на енергија и намалување на емисиите на CO_2. Во командните згради предвидени се градежни, електротехнички и машински работи, поставување нови инсталации, подобрување на термичката изолација и модернизација на системите за греење, ладење и осветлување. Особено значаен сегмент од проектот е поставувањето фотонапонски централи со инсталирана моќност од 40 kWp на некои објекти. Со тоа дел од потребната електрична енергија ќе се обезбедува од обновливи извори, што дополнително ќе придонесе за поголема енергетска независност и поодржливо функционирање на објектите.

САЈБЕР БЕЗБЕДНОСТ КАКО ОСНОВЕН ПРИНЦИП ПРИ РАЗВОЈОТ НА ИНТЕЛИГЕНТНИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИ МРЕЖИ

Енис Дрндар , Марина Недановска Доновска

Дигиталната трансформација на електроенергетските системи суштински ги менува современите интелигентни електроенергетски мрежи, но истовремено ја зголемува нивната изложеност на сајбер напади. Во овој труд се анализираат сајбер безбедносните предизвици што произлегуваат од дигитализацијата на електроенергетските мрежи, со посебен акцент на постепената конвергенција на традиционално изолираните средини на оперативната технологија (OT) и информациската технологија (IT). Трудот ја анализира потребата сајбер безбедноста да биде основен принцип при развојот на дигитализираните енергетски системи, преку примена на концептот „Cybersecurity by Design", односно интегрирање на сајбер безбедносните барања уште во најраните фази од животниот циклус на системите. Анализата е поставена во контекст на Директивата NIS2 и релевантните национални правила за сајбер безбедност на критичната енергетска инфраструктура, со акцент на управувањето со ризици, интегрирањето на сајбер безбедноста во корпоративното управување и оперативната отпорност. Трудот заклучува дека примената на пристапот „Cybersecurity by Design" претставува суштински предуслов за обезбедување отпорност, долгорочна сигурност и доверливост во работењето на интелигентните електроенергетски мрежи.

ВЛИЈАНИЕТО НА CBAM ВРЗ ЕНЕРГЕТСКИОТ СЕКТОР И ИНДУСТРИЈАТА НА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА: ПРЕДИЗВИЦИ И МОЖНОСТИ ЗА ДЕКАРБОНИЗАЦИЈА

Борко Алексоски, Ромео Јосифоски



Механизмот за јаглеродно гранично прилагодување (CBAM) на Европската Унија воведе суштински промени во прекуграничната трговија, наметнувајќи финансиски обврски врз основа на вградените емисии на стакленички гасови кај одредени индустриски и енергетски производи. Во овој труд се прави анализа на влијанието на CBAM врз извозно-ориентираните сектори во Северна Македонија, Исто така во трудот се разгледуваат ризиците од губење на конкурентноста на европскиот пазар, како и неопходноста од воспоставување национален систем мониторинг, известување, верификација и акредитација (MRVA) на емисиите. Дополнително, трудот ги елаборира стратешките можности за усогласување со регулативите на ЕУ, вклучително и воведувањето на систем за

тргување со емисии кој е во согласност со ЕУ ЕТС (EU ETS) како и трансформацијата на домашниот енергетски микс кон обновливи извори на енергија и воведувањето национални давачки за јаглерод, кои би задржале значајни финансиски средства во домашниот буџет. Целта е да се понудат конкретни препораки за забрзана декарбонизација и адаптација на македонската економија кон новите пазарни услови.



РЕГИСТРАЦИЈА НА СОЛАРНА ЕЛЕКРТАНА НА ПАЗАРОТ БАЛАНСНА ЕНЕРГИЈА

Билјана Зафирова Наумова, Милена Кралева



Согласно измените во Законот за енергетика и Правилата за балансирање, како даватели на услуги за балансирање на пазарот на балансна енергија можат да учествуваат и соларните електрани. Соларните електрани можат да се регистрираат како единици за обезбедување резерва, со што стекнуваат право да обезбедуваат услуги за балансирање за потребите на Операторот на електропреносниот систем (ОЕПС). Овој труд го опишува процесот на регистрација, тестирање и вклучување на соларната електрана МЕЈ ЕНЕРЏИ ДОО Скопје, во рамките на балансната единица ФЕЦ Новаци, на пазарот на балансна енергија. Преку прикажување на практичната имплементација на законските и техничките барања, се анализираат чекорите неопходни за успешно учество на соларните електрани како даватели на услуги за балансирање.



КОМЕРЦИЈАЛНА ВАЛОРИЗАЦИЈА НА OPGW ОПТИЧКАТА ИНФРАСТРУКТУРА НА АД МЕПСО – МОЖНОСТИ ЗА РАЗВОЈ НА ЕЛЕКТРОНСКИТЕ КОМУНОКАЦИСКИ МРЕЖИ И НОВИ ИЗВОРИ НА ПРИХОДИ

Роберт Орданоски



Трудот ги анализира можностите за комерцијална валоризација на OPGW оптичката инфраструктура изградена долж преносната мрежа на АД МЕПСО. Разгледани се техничките, економските и регулаторните аспекти на изнајмување темни оптички влакна и обезбедување комуникациска инфраструктура за мобилни оператори, интернет-провајдери, државни институции и корпоративни корисници. Анализата покажува дека постојната оптичка мрежа може да создаде нови и одржливи извори на приходи, истовремено поддржувајќи развој на широкопојасни и 5G мрежи, Smart Grid решенија и национална дигитална отпорност. Во трудот се предлагаат модели и препораки за ефикасна и долгорочна комерцијална експлоатација на инфраструктурата.

ТЕХНИЧКОТО РЕШЕНИЕ НА НОВОИНСТАЛИРАНАТА ОПРЕМА ЗА НАДЗОР И УПРАВУВАЊЕ ВО ТС РЕСЕН, ТС ДЕЛЧЕВО и ТС СТРУМИЦА 1

Миа Буралиева , Марјан Јаневски



Во трудот ќе бидат презентирани основните карактеристики на техничкото решение на новоинсталираната опрема за надзор и управување во ТС Ресен, ТС Делчево и ТС Струмица 1, спецификите и искуството од нивното неодамнешно пуштање во употреба. Конкретно, реализиравме прилагодување и осовременување со нова опрема за надзор и управување, а главен предизвик беше задоволување на сите современи барања за системи за далечински надзор и управување во трафостаници со многу лимитиран простор. Системите за надзор и управување со горенаведените трафостаници е базиран на Remote Terminal Unit (RTU) уреди за надзор и управување и локален контролен панел (Local Control Panel LCP) на сите полиња. Битна придобивка од овие проекти е и целосно разграничување на опремата на АД МЕПСО и ЕВН Македонија.

СОВРЕМЕНИ ШЕМИ ЗА ЗАШТИТА ЗА ЕНЕРГЕТСКИ ТРАНФОРМАТОРИ ОД 300 MVA

Лиридон Љутфиу , Артан Рамани



Енергетските трансформаторисо номинална моќност од 300 MVA се меѓу најкритичните средства во модерните 400/110 kV преносни мрежи, каде што нивното сигурно работење директно влијае на безбедноста на системот, квалитетот на електричната енергија и достапноста на мрежата. Поради нивната висока цена на замена, долгото време на производство и стратешката важност, заштитата на трансформаторите значително еволуираше од конвенционалните електромеханички релеи до интелигентни дигитални системи за заштита интегрирани со технологии за следење во реално време. Овој труд претставува преглед на модерните шеми за заштита применети на големи енергетски трансформатори, нагласувајќи ги и традиционалните принципи на заштита и неодамнешните технолошки достигнувања. Студијата ги разгледува основните функции на заштита, вклучувајќи процентна диференцијална заштита (87T), ограничен заземјувачки дефект (REF), заштита од прекумерна струја и заземјувачки дефект (50/51), Бухолцово реле (63), заштита од ненадеен притисок, заштита од претекување (24), заштита од термичко преоптоварување (49) и заштита од пренапон (59). Понатаму, трудот ја дискутира интеграцијата на интелигентни електронски уреди (IED) базирани на IEC 61850, комуникација на процесна магистрала и SCADA системи за побрзо откривање на дефекти, подобрена селективност и зголемена оперативна сигурност. Покрај тоа, трудот ја истакнува растечката улога на заштитата базирана на состојба, вклучувајќи онлајн анализа на растворен гас (DGA), следење на делумно празнење, проценка на состојбата на втулките, надзор на температурата на маслото и евалуација на индексот на здравјето на трансформаторот. Овие технологии овозможуваат стратегии за предвидливо одржување што ги намалуваат непланираните прекини и го продолжуваат животниот век на трансформаторот. Конечно, трудот се осврнува на актуелните предизвици поврзани со интеграцијата на обновливи извори на енергија, зголемувањето на оптоварувањето на мрежата, сајбер безбедноста на дигиталните трафостаници и идните трендови во заштитата на трансформаторите. Имплементацијата на напредни шеми за дигитална заштита во комбинација со континуирано следење на состојбата значително ја подобрува сигурноста, достапноста и оперативната безбедност на високонапонските преносни системи, а воедно ги минимизира трошоците за одржување и го намалува ризикот од катастрофални дефекти на трансформаторот.

ВЛИЈАНИЕТО НА 15-МИНУТНАТА ПАЗАРНА ВРЕМЕНСКА ЕДИНИЦА ВРЗ БАЛАНСИРАЊЕТО ВО ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИОТ СИСТЕМ СО ВИСОКА ИНТЕГРАЦИЈА НА ОБНОВЛИВИ ИЗВОРИ

Светлана Павлеска Младеновиќ

Забрзаната интеграција на ОИЕ ја зголемува варијабилноста во електроенергетските системи и ја нагласува потребата од поголема временска грануларност за поефикасно балансирање. Овој труд ја анализира разликата во дебалансите што ги создаваат учесниците на пазарот на електрична енергија при користење на 60 минутни и 15 минутни интервали за тргување. Направена е споредба на дебалансите, динамиката на отстапувањата и нивната финансиска импликација во двете MTU. Резултатите покажуваат дека 15 минутната MTU овозможува побрза идентификација и корекција на отстапувањата, попрецизни и подинамични ценовни сигнали и почесто ажурирање на дневните распореди, што резултира со намалени дебаланси и намалена потреба од системски резерви. Воведувањето на 15 минутни продукти е обврска согласно Regulation (EU) 2019/943 и претставува значаен чекор кон хармонизација со европскиот пазар и подобрување на стабилноста на системот.

ОПТИМИЗИРАЊЕ НА РАБОТА НА ФОТОНАПОНСКИ СИСТЕМ ЗА КОРИСТЕЊЕ НА БАТЕРИСКИ СИСТЕМ ЗА СКЛАДИРАЊЕ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА

Никола Панговски



Овој труд ја анализира примената на арбитража кај фотонапонски систем со интегриран батериски системи за складирање на електрична енергија (BESS), при што е направена симулација на работењето во пазарни услови. Преку користење на реални историски пазарни податоци од ПДО на МЕМО ДООЕЛ Скопје за временски период 2025 и 2026 година, се разгледуваат различни сценарија на работа, економската исплатливост и влијанието на клучните технички параметри, како што се капацитетот на батеријата, ефикасноста и оперативните ограничувања. Посебен акцент е ставен на краткорочните трговски хоризонт (пазарот ден-онапред и интрадеј), каде што арбитражните можности се најизразени и во моментов може да се постигне најголем финансиски резултат.

ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ НА КОМАНДНИТЕ ЗГРАДИ ВО 110 kV ВН ТРАСФОРСТАНИЦИ – ВЕЛЕС И БИТОЛА 1

Влатко Галабов



Командните згради во ТС Велес и ТС Битола 1 претставуваат значаен потрошувач на електрична енергија, особено за греење, ладење и осветлување. Анализата покажува дека постојат значителни топлински загуби поради недоволна изолација, неефикасни системи и несоодветни прозорци. Според препораките од извршените енергетски контроли, предвидените активности опфаќаат адаптација и реконструкција на објектите, вклучувајќи фасадна и покривна изолација, замена на прозорци, LED осветлување и ефикасни системи за греење и ладење. Со овие мерки се очекува намалување на потрошувачката и подобрување на енергетската класа согласно националните стандарди.

УПРАВУВАЊЕ СО РЕАКТИВНА МОЌНОСТ

Деспина Соколова, Елена Ачкоска, Стефанија Симовска



Со зголемувањето на уделот на фотонапонските електрани во електроенергетскиот систем, нивната улога се проширува кон обезбедување системски услуги, особено во регулацијата на напонот и управувањето со реактивна моќност. Во трудот се презентирани резултатите од тестирњањето на Q-Night режимот на инверторите во фотонапонските електрани Осломеј 3А, Осломеј 3В и Новаци, како и можноста ТЕ-ТО Скопје да обезбедува реактивна поддршка преку работа во подвозбуден режим. Мерењата покажуваат дека Q-Night режимот овозможува компензација на реактивната моќност од приклучните кабли и дополнителна апсорпција од мрежата. Анализите потврдуваат пододбрување на напонските прилики, со намалување на напонот во ТС Осломеј за околу 3 kV во ноќните часови. Дополнително, симулациите и теренските тестирања ја потврдуваат способноста на ТЕ-ТО Скопје за ефективна реактивна поддршка на преносната мрежа.

ЕЛЕКТРИЧНИТЕ ВОЗИЛА И ТРАНСФОРМАЦИЈАТА НА МРЕЖАТА: ТЕХНИЧКИ, ОПЕРАТИВНИ И РЕГУЛАТОРНИ ПРЕДИЗВИЦИ ЗА МАКЕДОНСКИОТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИ СИСТЕМ

Благој Котески

Електромобилноста воведува нова категорија динамична побарувачка на електрична енергија со директно влијание врз дистрибутивната и преносната мрежа. Овој труд ги анализира техничките, оперативните и регулаторните предизвици при интеграцијата на електричните возила во македонскиот електроенергетски систем, со фокус на инфраструктурата за полнење, капацитетот на мрежата, врвната побарувачка, квалитетот на напонот, балансирањето и координираното планирање. Истражувањето се темели на меѓународни извештаи за електричните возила, национални стратешки документи, постојни студии за приклучни електрични возила и актуелната законска и регулаторна рамка во Северна Македонија. Анализата укажува дека неконтролираното полнење може да предизвика локални преоптоварувања, зголемување на врвната побарувачка и потреба од дополнителни инвестиции во мрежата. Со паметно полнење, динамички тарифи, агрегација и складирање, електричните возила можат да станат значаен ресурс за флексибилност и да придонесат кон постабилен и поодржлив електроенергетски систем.

САЈБЕР-БЕЗБЕДНОСТ НА СИСТЕМИТЕ ЗА РЕЛЕЈНА ЗАШТИТА ВО УСЛОВИ НА ДИГИТАЛИЗИРАНИ ТРАФОСТАНИЦИ

Зоранчо Митев , Тони Атанасов, Горан Димитриевски



Процесот на дигитализација на електроенергетските системи и замената на електромеханичката со нумеричка заштита донесе значајни технолошки придобивки, но и нови сајбер закани. Зголемената поврзаност на интелигентните електронски уреди (IED) преку стандардизирани протоколи, пред сè IEC 61850, воведува нов ризик за стабилноста на системот. Во трудот е направена ажурирана анализа на заканите, регулаторната рамка и современите пристапи за заштита, со посебен осврт на барањата на ENTSO-E и европската регулатива.

ТРИ ДЕЦЕНИИ ИСКУСТВА ОД ПРИМЕНАТА НА НУМЕРИЧКАТА РЕЛЕЈНА ЗАШТИТА ВО МАКЕДОНСКИОТ ПРЕНОСЕН СИСТЕМ

Зоранчо Митев, Стефче Стефановски, Александар Анастасовски, Мартина Богдановска



Процесот на имплементација на нумеричката релејна заштита во преносната електроенергетска мрежа на Македонија започна во 1998 година и претставува еден од најзначајните процеси на технолошка модернизација на заштитните системи. Речиси три децении експлоатациско искуство овозможуваат објективна оценка на придобивките и предизвиците што ги донесе оваа технологија. Во трудот се прикажани практични искуства од имплементацијата и експлоатацијата на нумеричката заштита, стекнатите придобивки во поглед на функционалноста, чувствителноста и достапноста на информации, како и новите предизвици поврзани со комуникациите, софтверот, сајбер-безбедноста и потребата од континуирана едукација на персоналот.

ИСТОРИСКИ ПРОМЕНИ НА КОНФИГУРАЦИСКАТА МАТРИЦА НА EMFIP, НОВ DATA ITEM MNITORIN(DIM) И УСОГЛАСЕНОСТ НА МЕПСО СО НАЈНОВИТЕ ПРОМЕНИ ВО ДОСТАВУВАЊЕ ПОДАТОЦИ НА ПЛАТФОРМАТА ЗА ТРАНСПАРЕНТНОСТ(EMFIP) НА ENTSO-E

Дионис Танаскоски, Даниела Гаврилоска, Јовица Саздовски



АД МЕПСО допстигна високо ниво на техничка и законска усогласеност преку модернизација на MMS (Market Management System) платформата (XML Стандарди, Модуларност), прилагодување кон новиот прирачник - Manual of Procedures (Контрола на големина на фајлови, Резолуција на пазарот), Хармонизираните правила за распределба (HAR) и интеграција во JAO (Joint Allocation Office).Нов систем за следење на податоци (DIM) за увид во комплетноста на податоците доставени до TP. Новиот DIM ги решава претходните проблеми со следењето на реалното генерирање по GU и е попрецизен и посигурен во увидот на комплетноста на податоците доставени до TP што доведува до зголемена оперативна флексибилност, подобрен повратна инвестицијата, намалена зависност од развојни изданија и побрза комуникација со крајните корисници.

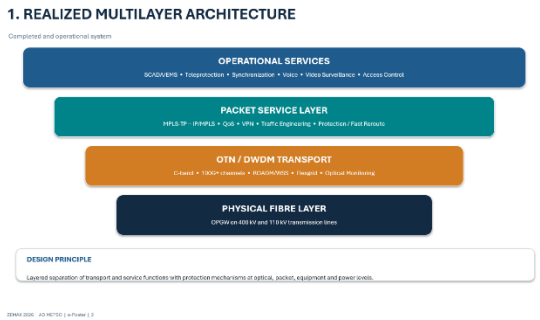
ПРОЦЕНКА НА АДЕКВАТНОСТ НА РЕСУРСИТЕ

Симе Кузаревски

Адекватноста на ресурсите се дефинира како способност на електроенергетскиот систем сигурно да ја задоволи побарувачката при неизвесност во оптоварувањето, производството и достапноста на ресурсите. Овој труд ја презентира национална проценка на адекватноста на ресурсите според ERAA методологијата на ENTSO-E, базирана на Monte Carlo симулации со користење на пазарниот симулатор Antares. Пазарниот модел експлицитно ги претставува варијабилното производство од обновливи извори, достапноста на термални капацитети, неизвесноста на побарувачката и прекуграничните интерконекции. Сигурноста се квантифицира преку два индикатори Loss of Load Expectation (LOLE) и Expected Energy Not Served (EENS), во различни идни системски услови. Резултатите даваат веројатносна проценка на сигурноста на снабдување при зголемено учество на обновливи извори и варијабилност, и придонесуваат кон анализа на адекватноста во европската рамка.

ИНФОРМАТИЧКИ СИСТЕМИ И АПЛИКАЦИИ ВО ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИ ПОСТРОЈКИ

Јасмина Кецап, Томи Божиновски



Доверливата и безбедна телекомуникациска инфраструктура е предуслов операторите на електропреносни системи да обезбедат работа во реално време, надзор и заштита на електроенергетскиот систем. Во овој труд се претставува телекомуникациски столб од операторска класа, заснована на слоевита архитектура, која се состои од OTN/DWDM и IP/MPLS , реализирани врз оптичка инфраструктура од OPGW-спроводници. Решението овозможува детерминистичка комуникација со ниско доцнење и висока расположливост за критични апликации, вклучувајќи SCADA/EMS, телезаштита, размена на синхрофазорски податоци и оперативни гласовни услуги. Архитектурата вклучува редундантност, приоритизација на сообраќајот и управување со мрежата од крај до крај преку интегриран систем за управување со мрежата (NMS), поддржан од напредни механизми за сајбер безбедност во согласност со принципите на IEC. Ваквата инфраструктура е неопходна за операторите на електропреносни системи за да обезбедат отпорен, ефикасен и безбеден пренос на оперативни податоци, што овозможува стабилна работа на електропреносната мрежа и интеграција во регионалните пазари на електрична енергија.




ЗЕМАК
2. РЕЛЕЈНИ УРЕДИ И АРХИТЕКТУРА
Интелигентни електронски уреди (IED)
Заштита, мониторинг, снимање на грешки, далечинско управување
Секој нов поврзан уред е нова потенцијална точка на напад
Лозинките сами по себе не се доволни против APT закани
Комуникациска структура на пристап
Сертифициран корисник
Мрежа со селективен пристап
Рутер Layer 2 / Layer 3
Уред за релејна заштита
Layer 2 — сегментација преку VLAN
Layer 3 — IP рутирање со контрола на пристап (ACL)
Кратенки
IED — Intelligent Electronic Device (интелигентен електронски уред)
APT — Advanced Persistent Threat (напредна постојана закана)
VLAN / ACL — Virtual Local Area Network / Access Control List
МЕПСО

МЕПСО

ЗЕМАК