



ПРИМЕНА НАПРЕДНЕ АУТОМАТИЗАЦИЈЕ СНДМ МРЕЖЕ

APPLICATION OF ADVANCED AUTOMATION OF MV ELECTRIC DISTRIBUTION NETWORK

Душан ВУКОТИЋ, „Електродистрибуција Србије“ д.о.о. Београд, Србија
Бождар ЋИРИЋ, „Електродистрибуција Србије“ д.о.о. Београд, Србија
Сунчица ЦВЕТКОВИЋ, „Siemens“ д.о.о. Београд, Србија
Никола ЧОЛОВИЋ, „Siemens“ д.о.о. Београд, Србија

КРАТАК САДРЖАЈ

У последњој деценији, оператор дистрибутивног система (ОДС) је на конзумном подручју града Београда, а пре свега на деловима Новом Београда вршио интензивну аутоматизацију СН електродистрибутивне мреже кроз уградњу даљински управљивих СН блокова. Уградња је пре свега вршена кроз адаптацију постојећих трансформаторских станица СН/НН, али и приликом изградње нових. Примењен концепт дистрибуиране аутоматизације СНДМ мреже је пре свега био фокусиран на аутоматизацију циљних тачака које су дефинисане кроз постојећу концепцију аутоматизације СНДМ мреже. Концепција која је примењена у оквиру кабловске градске мреже фокусирана је на трансформаторске станице СН/НН на „сталним границама“ или на оне које су на половини СН извода. Из разлога недостатка инвестиционих средстава, аутоматизација СНДМ мреже се спроводила по принципу да што више СН извода буде покривено уграђеном опремом за аутоматизацију СНДМ мреже, како би се повећао сам степен аутоматизације СНДМ мреже, а не да се по концепцији покрију све циљне тачке на једном СН изводу. Поред интензивне аутоматизације СНДМ мреже, оператор дистрибутивног система је спроводио и низ активности на унапређењу система за даљински надзор и управљање над напојним трансформаторским станицама 110/10 kV и 35/10 kV, кроз примену интегрисаног система заштите и управљања помоћу микропроцесорско заштитно-управљачким уређајима базираним на протоколу IEC 61850. Спроведено унапређење је представљало неопходну полазну основу за примену напредне аутоматизације СНДМ мреже кроз изабрани концепт „полу-централизоване“ аутоматизације кроз реализацију мрежних контролера у појединим напојним трансформаторским станицама. Приказан је рад појединих апликација у оквиру система за напредну аутоматизацију СНДМ мреже. У раду је дат посебан приказ реализованих комуникационих интерфејса у оквиру система за даљински надзор и управљање над напојним трансформаторским станицама, као и у оквиру даљинских станица у трансформаторским станицама СН/НН.

Кључне речи: Напредна аутоматизација, Интелигентна мрежа, Активне мреже, IoT

SUMMARY

In the last decade, the Distribution System Operator (DSO) has been intensively automating the MV electricity distribution network in the consumption area of the city of Belgrade, and especially in parts of New Belgrade, through the installation of remotely controlled MV blocks. The installation was primarily done through the adaptation of the existing MV/LV transformer substations, but also during the construction of new ones. The applied concept of distributed automation of MV network was primarily focused on the automation of target points that are defined through the existing concept of automation of MV network. The concept applied within the cable city network is focused on MV/LV transformer substations at "Normal Open Point" or those that are halfway through MV feeder. Due to the lack of investment funds, the automation of the MV network was carried out on the principle that as many MV leads as possible should be covered by the built-in equipment for MV network automation, in order to increase the level of MV network automation. excerpt. In addition to intensive automation of the MV network, the distribution system operator also carried out activities to improve the system for remote monitoring and control of 110/10 kV and 35/10 kV power transformer stations, through the

application of integrated protection and control system using IEDs on the IEC 61850 protocol. The implemented improvement was a necessary starting point for the application of advanced automation of MV network through the chosen concept of "semi-centralized" automation through the implementation of network controllers in individual power transformer stations. The work of individual applications within the system for advanced automation of SNDM network is presented. The paper presents a special presentation of the realized communication interfaces within the system for remote monitoring and control of power transformer stations, as well as within remote stations in MV/LV transformer substations.

Keywords: Advanced Automation, Smart Grids, Active Network, IoT

УВОД

У светлу доношења скупа нових законских прописа из области електроенергетике са посебним акцентом на интезивнију имплементацију обновљивих извора за производњу електричне енергије, јасно је да се на овом пољу енергетике, а пре свега у електродистрибутивном системима, очекује велике промене, где се електродистрибутивне мреже не могу више посматрати као пасивне, већ оне постају доминантно активне мреже. Предстојеће стање, као и промена карактера електродистрибутивне мреже захтева интезивну модернизацију средњенапонске електродистрибутивне мреже (СНДМ), у оквиру које је „Електродистрибуција Србије“ као оператор дистрибутивног система (ОДС) већ започела. Модернизација у оквиру СНДМ мреже је започела пре више од двадесет година, када је усвојена иницијална концепција управљања СНДМ мрежом на конзумном подручју ДП Београд. Кроз две фазе имплементације примене аутоматизације СНДМ мреже, када су уведена првобитно уведена решења децентрализованог управљања и надзор на надземној СНДМ мрежи кроз увођење реклозера и даљински управљивих склопка-растављања и њихова интеграција у Систем Даљинског Управљања (СДУ), као и уградња аутоматизованих СН блокова типа („Ринг Маин Унит - РМУ“) са уграђеним даљинским станицама у којима су реализоване функције локалне аутоматике. Након ове две фазе, када се у великој мери од стране ОДС овладало примењеним концептом аутоматизације СНДМ мреже кроз имплементацију посебног система за даљински надзор и управљања над СНДМ мрежом, стекли су се сви услови да се процес аутоматизације СНДМ помери ка наредној - вишој фази. Кроз примену напредне аутоматизације СНДМ мреже која се базира на полу-централизованом концепту, односно децентрализованом концепту у односу на СЦАДА систем, када мрежни контролери у напојним трансформаторским станицама преузимају контролу на циљним деловима СНДМ мреже који су обухваћени пилот-пројектом.

НАПРЕДНА АУТОМАТИЗАЦИЈА СНДМ МРЕЖЕ

Пилот-пројекат напредне аутоматизације СНДМ мреже базиран на полу-централизованом концепту, а који ће бити описан у овом раду, се реализује на платформи коју је развио једна од најпознатијих светских произвођача у области енергетике. Платформа обезбеђује напредну (интелигентну) аутоматизацију СНДМ која треба пре свега да повећава поузданост и расположивост електродистрибутивног система, што треба у крајњој инстанци да омогући сигурно и поуздано снабдевање крајњих корисника на циљном конзумном подручју..

Пилот-пројекат се заснива на примени концепта „Само-оптимизирајуће мреже“ („Self-Optimising Grid“ - SoG), који представља иновативно и интелигентно решење које комбинује аутоматизацију СНДМ мреже и децентрализоване апликације за даљински надзор и управљање СНДМ мреже, које су реализоване у оквиру мрежних контролерима у напојним трансформаторским станицама ВН/СН или СН/СН. Део СНДМ мреже који је обухваћен напредном аутоматизацијом има могућност да деоницу мреже која је погођена кваром, изолује у најкраћем могућем временском периоду (до пар секунди), а да сви осталим или највећем могућем броју крајњих купаца који се напају преко осталих деоница СН извода које нису погођене кваром врати напајање за мање од 30 секунди. Прве симулације су потврдиле да је време рестаурације погона далеко мање од овог планираног референтног нивоа. Функционалности које су омогућиле да се на овај начин аутоматизује СНДМ мрежа директно је повезана са могућностима које произилазе из развоја Индустије 4.0 и примене савремених комуникационих протокола који представљају основ дигитализације електроенергетских мрежа.

Интензивна дигитализација у електроенергетским системима, а пре свега у дистрибутивним системима, покренута је да би се енергетски систем успешно изборио са све бројнијим изазовима који се пред њега постављају. Ти изазови првенствено се односе на све већу интеграцију обновљивих извора електричне енергије, као и на потребу за ефикаснијим управљањем, али и смањењем укупних трошкова одржавања електроенергетског система. Како би понудила решење за ове проблеме, приступило се развоју новог концепт „Само-оптимизујуће мреже“. Овај концепт пре свега подразумева приступ решавању проблема који комбинује већ постојећа решења аутоматизације СНДМ мреже и примену децентрализованих апликација, како би се ефикасно вршио надзор над радом електроенергетског система, али даљински управљало пре свега кроз решења локалне аутоматике. На тај начин се повећава поузданост и сигурност рада система, али и његова укупна расположивост. Концепт напредне аутоматизације СНДМ мреже је у потпуности усаглашен са најновијим комуникационим стандардима IEC 61850, IEC 60870-5-104, или DNP 3, док је у погледу „cyber“ безбедности, примењени концепт је у потпуности у складу са стандардом IEC 62443.

Концепт напредне аутоматизације СНДМ мреже обухвата све објекте и елементе на свим напонским нивоима електродистрибутивне мреже (ВН, СН, НН), као и све до сада коришћене концепте управљања СНДМ мрежом (централно, полу-централизовано и де-централизовано). Доношење правовремених одлука приликом управљања електродистрибутивном мрежом, користећи пре свега концепте полу-централизованог и де-централизованог управљања, знатно се убрзава обрада процесних информација које се сада прикупљају у далеко већем обиму, што омогућује избор оптималног сценарија управљања. Тренутно, неколико апликација је доступно у оквиру концепта напредне аутоматизације СНДМ мреже, односно концепта „Само-оптимизирајуће мреже“ [1]:

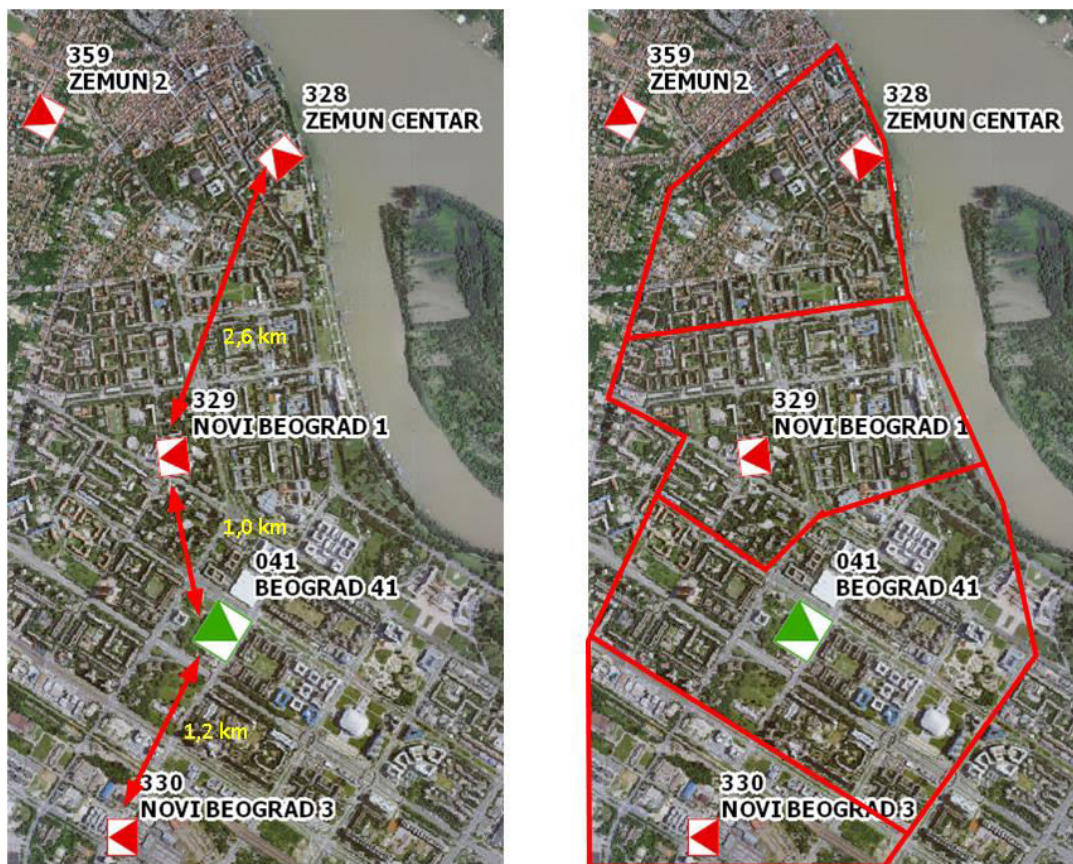
- 1) „Само-оздрављење“ („само-опорављање“) мреже (Self-Healing);
- 2) Управљање потрошњом (Load Management);
- 3) Аутоматско пребацивање извора напајања (Automatic Source Transfer);
- 4) Смањење преоптерећења (Overload Reduction);
- 5) Подручна контрола напона (Area Voltage Control).

Горе наведене функције су од великог интереса за примену у оквиру СНДМ мрежа, али акценат у пилот-пројекту је дат на примени само прве функције „само-оздрављења“ мреже, док су за све остале функције обезбеђени сви предуслови за њихову примену. Због сложености пилот-пројекта који је временски ограничен, приступило се само валидацији и практичној примени прве функције. За све остале функције обезбеђени су сви неопходни улазни подаци, али њихова валидација у симулационом моду неће бити вршена у оквиру пилот-пројекта. Након завршетка пилот-пројекта приступиће се даљем ширењу реализованог концепта напредне аутоматизације СНДМ мреже, под којим се подразумева да ће управо преостале функције бити имплементиране.

Апликација „само-оздрављење“ мреже заснива се на правовременом идентификовању деонице мреже која је погођена кваром, након чега алгоритам имплементиран у апликацији аутоматском реконфигурацијом СНДМ мреже (искључивањем и укључивањем раскопне опреме) секционира мрежу, тако да деоница која је у квару, а која обухвата део мреже између две аутоматизоване ТС СН/НН, буде изолована и остане без напајања, а док све остале деонице СНДМ мреже буду напојене. Деонице СНДМ мреже које се налазе између две аутоматизоване ТС СН/НН се еквивалентирају одговарајућим оптерећењем. Овим врло ефикасним поступком који је укључен у алгоритам апликације, за изузетно кратак временски период који је мањи од 30 (тридесет) секунди, сви крајњи купци који су погођени кваром ће бити искључени са мреже, док ће свим осталим крајњим купцима бити рестаурирано напајање. Након додатне детекције у оквиру деонице погођене кваром, врши се микро-локација секције у квару, након чега се враћа напајање свим крајњим купцима. Током микро-локације деонице у квару, апликација се блокира из разлога што је потребно даљинским путем и ручним манипулацијама на елементима који се налазе у неаутоматизованим ТС СН/НН детектовати секцију у квару. Након поправке квара, границе напајања се враћају на „сталне“ границе, и након тога се апликација поново активира.

Пилот-пројекат обухвата четири напојне трансформаторске станице и то: ТС 110/10 kV „Београд 41 – Блок 32“ као и ТС 35/10 kV „Нови Београд 1“, „Нови Београд 3“ и „Земун Центар“, у којима су

инсталирани мрежни контролери, као и карактеристичне изводе на деловима конзума које чине предметне напојне трансформаторске станице на којима је инсталирано укупно 30 (тридесет) аутоматизованих трансформаторских станица СН/НН [2]. Аутоматизација циљних трансформаторских станица СН/НН је подразумевала замену постојећих СН постројења у њима, као и одговарајућих даљинских станица које преко посебних комуникационих протокола обезбеђује жељену функционалног напредне аутоматизације СНДМ. Важно је напоменути да је избор конзумног подручја који је предмет пилот-пројекта вршен по више критеријума (број крајњих купаца, оптимална конфигурација СНДМ мреже, густина оптерећења, итд.), али да је опредељујући критеријум био број инсталираних система изабраног произвођача који подржава концепт напредне аутоматизације СНДМ мреже. На Сликама 1 (а,б) је приказано конзумно подручје Новог Београда које је предмет пилот-пројекта, као и обухвати конзумних подручја појединих напојних трансформаторских станица, као и међусобне дужине између самих локација напојних трансформаторских станица. Важно је напоменути да овакво изабрано циљно конзумно подручје има потенцијал ширења и на околне напојне трансформаторске станице, чиме је могуће покривати велики део Новог Београда у делу од река Саве и Дунава према Земуну. Ограничавајући фактор представља тренутно ограничење по коме у алгоритам који је имплементиран по једном мрежном контролеру може да буде обухваћено само 50 (педесет) расклопних елемената у СНДМ мрежи. На конзумном подручју напојне ТС „Земун Центар“ у оквиру система су интегрисане и постојеће аутоматизоване ТС СН/НН.

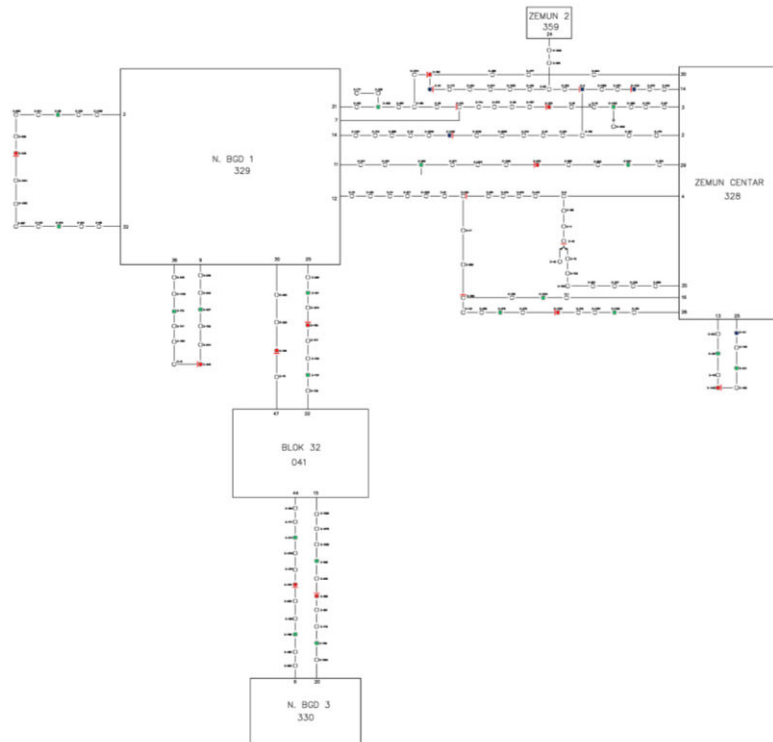


а) Локације напојних ТС

б) Конзумна подручја напојних ТС

Слика 1 – Конзумно подручје обухваћено Напредном аутоматизацијом СНДМ мреже

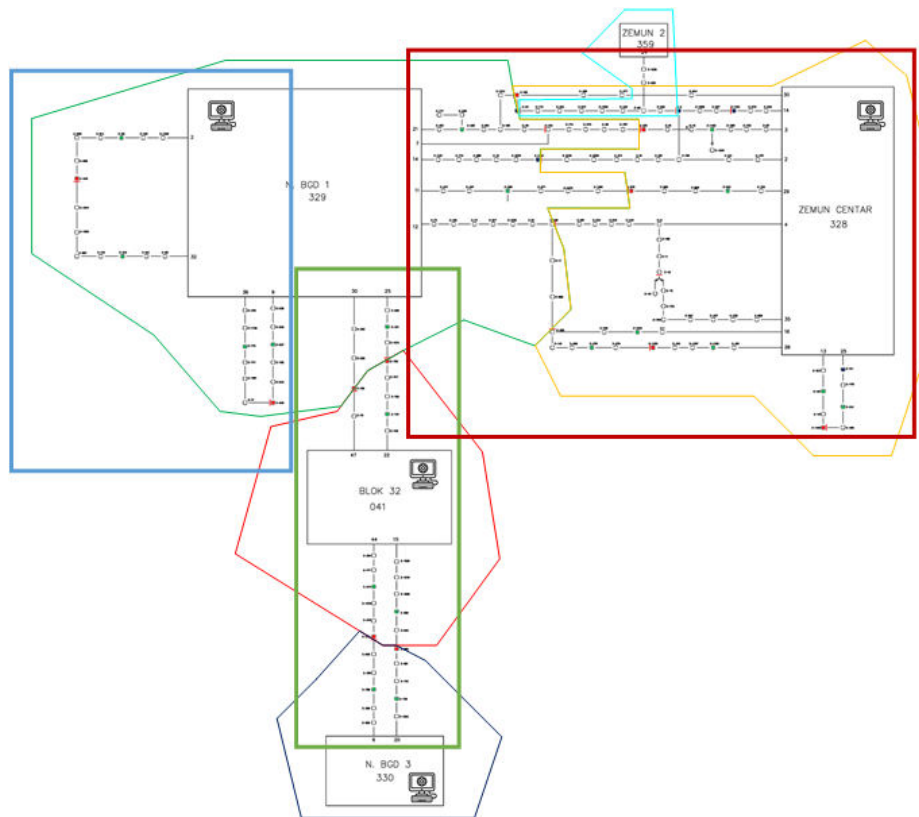
На Слици 2 приказана је СНДМ мрежа која је обухваћена пилот-пројектом, односно изабрана острва (део СНДМ мреже који представља потпун граф) која су укључена у алгоритам напредне аутоматизације СНДМ мреже.



Слика 2 – Конзумно подручје обухваћено напредном аутоматизацијом СНДМ мреже

На циљном конзумном подручју које је обухваћено пилот-пројектом напредне аутоматизације СНДМ мреже изабрано је укупно 9 (девет) острва, и то:

- Надређен мрежни контролер: ТС 110/10 kV „Београд 41 – Блок 32“
 - Између ТС 35/10 kV „Нови Београд 3“ и ТС 110/10 kV „Београд 41 – Блок 32“:
 - 1) Острво 1 – Међуповезни вод (3 (три) аутоматизоване ТС СН/НН);
 - 2) Острво 2 – Међуповезни вод (3 (три) аутоматизоване ТС СН/НН);
 - Између ТС 35/10 kV „Нови Београд 1“ и ТС 110/10 kV „Београд 41 – Блок 32“:
 - 3) Острво 3 – Међуповезни вод (3 (три) аутоматизоване ТС СН/НН);
 - 4) Острво 4 – Међуповезни вод (3 (три) аутоматизоване ТС СН/НН);
- Надређен мрежни контролер: ТС 35/10 kV „Нови Београд 1“
 - ТС 35/10 kV „Нови Београд 1“:
 - 5) Острво 5 – Петља (3 (три) аутоматизоване ТС СН/НН);
 - 6) Острво 6 – Петља (3 (три) аутоматизоване ТС СН/НН);
- Надређен мрежни контролер: ТС 35/10 kV „Земун Центар“
 - Између ТС 35/10 kV „Нови Београд 1“ и ТС 35/10 kV „Земун Центар“:
 - 7) Острво 7 – Међуповезни вод (3 (три) аутоматизоване ТС СН/НН и 1 постојећа аутоматизована ТС СН/НН);
 - 8) Острво 8 – Сложена мрежа (4 (четири) аутоматизовани ТС СН/НН и 2 постојеће аутоматизоване ТС СН/НН);
 - 9) Острво 9 – Сложена мрежа (5 (пет) аутоматизовани ТС СН/НН и 4 постојеће аутоматизоване ТС СН/НН);

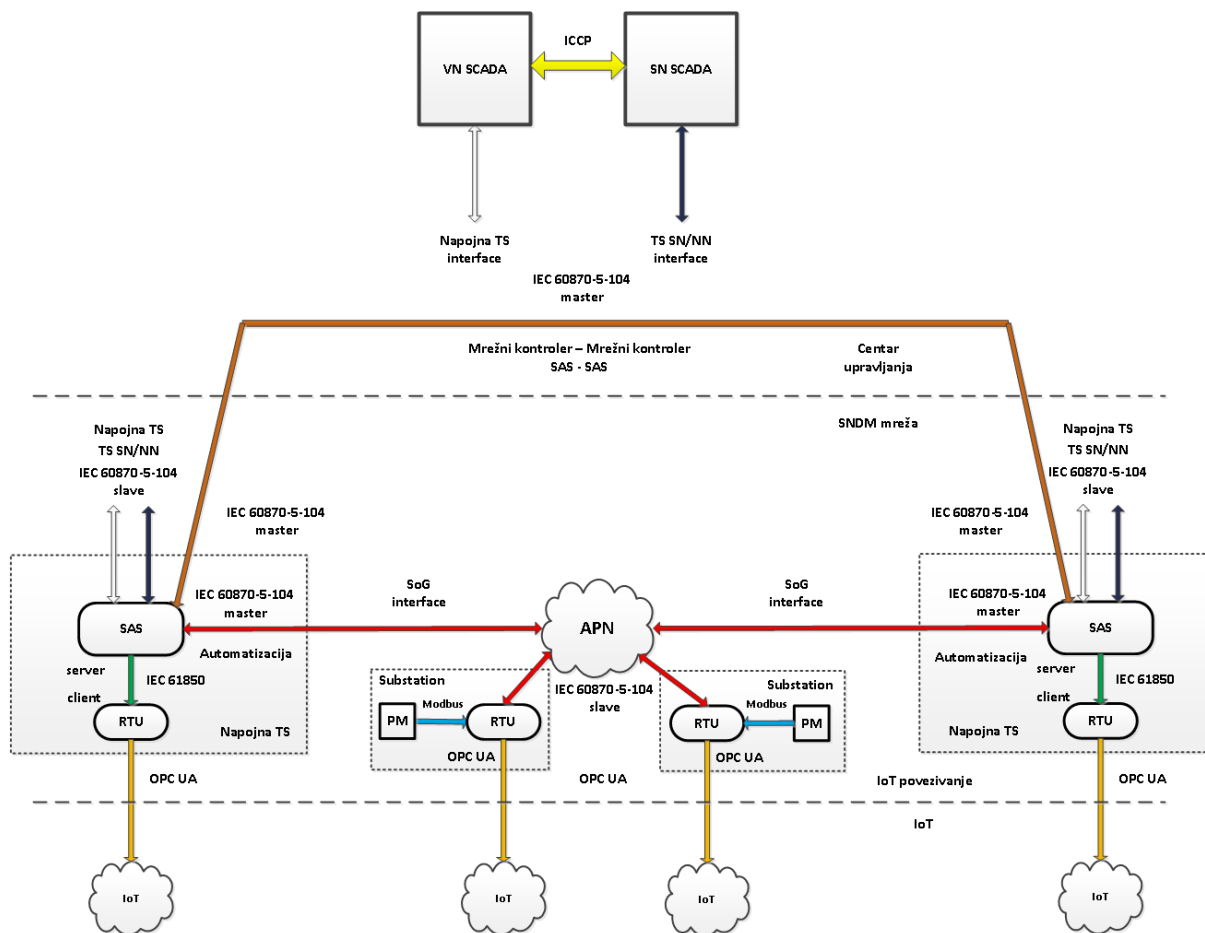


Слика 3 – Приказ конзумних подручја напојних ТС и надређености од стране мрежних контролера

Као што се може уочити на Слици 3, целокупно циљно конзумно подручје се налази у надлежности три мрежна контролера, која су инсталирана у напојним трансформаторским станицама. Првобитни сценарио је био да циљно конзумно подручје буде покривено од стране само два мрежна контролера, која би била активирана у примарном режиму рада, у напојним ТС: „Београд 41“ и „Земун Центар“. Разлог одступања од првобитног сценарија лежи у ограничењу која постоје у оквиру апликације, а које се односи на укупан број аутоматизованих расклопних елемената које је могуће укључити у алгоритам (максималан број је 50 елемената). Будући да је ограничење у погледу броја елемената премашено на делу мреже која би била подређена мрежном контролеру у напојној ТС „Земун Центар“, било је потребно да се активира мрежни контролер у напојној ТС „Нови Београд 1“ који би био надређен над две аутономне петље које се напајају са те напојне трансформаторске станице. У случају да се алгоритам прошири на нешто већи број расклопних елемената у односу на постојеће ограничење, систем ће трајно радити са два мрежна контролера, што је био и првобитни сценарио. У сваком случају, тренутно је омогућен рад са три примарна мрежна контролера и могуће је симулирати већи број сценарија која се тичу преузимања надлежности од стране пратећих мрежних контролера.

НАПРЕДНА АУТОМАТИЗАЦИЈА СНДМ МРЕЖЕ

Напредна аутоматизација СНДМ мреже за разлику од претходних концепата се базира на далеко већем броју процесних информација које треба обезбедити из аутоматизованих ТС СН/НН, а пре свега из контактних напојних трансформаторских станица. Примарном мрежном контролеру је потребно обезбедити потпуну обсервабилност над посматраним острвом, односно за разлику од претходних концепата аутоматизације, где се аутоматизација заснивала само на процесним информацијама из циљне аутоматизоване ТС СН/НН, сада се концепт базира на потпуном сагледавању циљног дела мреже (острва). Из тога разлога је било неопходно обезбедити и размену информација између две суседне напојне трансформаторске станице, које напајају циљна острва.

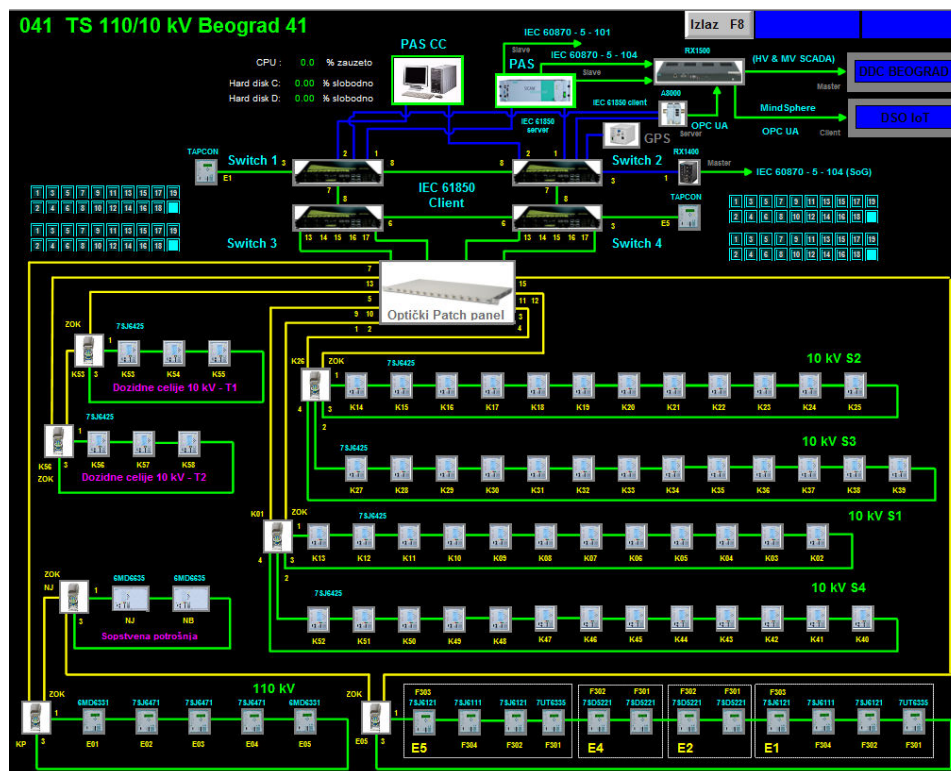


Слика 4 – Приказ архитектуре система за напредну аутоматизацију СНДМ мреже

На Слици 4 приказана је полу-централизована архитектура система за напредну аутоматизацију СНДМ мреже, при чему је у почетној фази реализације система за напредну аутоматизацију СНДМ мреже, у целости задржан концепт децентрализованог даљинског управљања. Под тим се подразумева да је задржана директна комуникација са подређеним даљинским станицама у аутоматизованим ТС СН/НН путем мобилне мреже преко посебно одређеног APN сегмента. У сваком тренутку оператор у надређеном центру управљања може да блокира извршење апликације за напредну аутоматизацију СНДМ мреже и да задржи до сада стандардни (децентрализовани) концепт даљинског управљања ТС СН/НН. Поред могућности централизованог концепта управљања над ТС СН/НН, задржан је и исти концепт централизованог управљања над напојним трансформаторским станицама, али путем оптичким телекомуникационих водова, пре све у циљу обезбеђивање потребне брзине комуникације, али и саме поузданости комуникације.

Управо је реализована оптичка комуникација између надређеног центра управљања и напојних трансформаторских станица обезбедила се неопходне предуслове да се реализује директна хоризонтална комуникација на нивоу напојних трансформаторских станица путем протокола IEC 60870-5-104 (master/slave). Путем успостављене хоризонталне комуникације обезбеђена је међусобна размена неопходних процесних величина из суседне напојне трансформаторске станице, а које су неопходни улазни подаци за извршавање алгорита реализоване апликације. На нивоу напојних трансформаторских станица и свих уграђених аутоматизованих трансформаторских станица СН/НН реализован је још један посебан комуникациони интерфејс који омогућује комуникацију са циљном IoT платформом, али путем до сада ретко коришћеног у електродистрибутивним системима, протокола UA OPC. Предметни индустријски протокол је до сада имамо широку примену у индустријским процесима, и са том премисом је нашао и примену у свеобухватној размени података који се са процесног нивоа из електродистрибутивног система шаље у једном смеру, у циљу аквизиције података на циљну IoT

платформу. На процесном нивоу сваке напојне трансформаторске станице, уграђена је једна посебна даљинска станица која има могућност комуникације преко протокола UA OPC са IoT платформом. Реализован интефејс треба да омогући да са процесног нивоа напојне трансформаторске станице обезбеди аквизицију 100% расположивих процесних информација које се прикупљају. До сада је био најчешћи случај да се мање од 20% расположивих информација на процесном нивоу путем комуникационог протокола аквизицира од стране надређеног центра управљања, док планираном комуникацијом обезбеђује потпун обухват свих процесних информација за потребе масовне обраде у оквиру апликација за управљање електродистрибутивним системом (DMS систем).



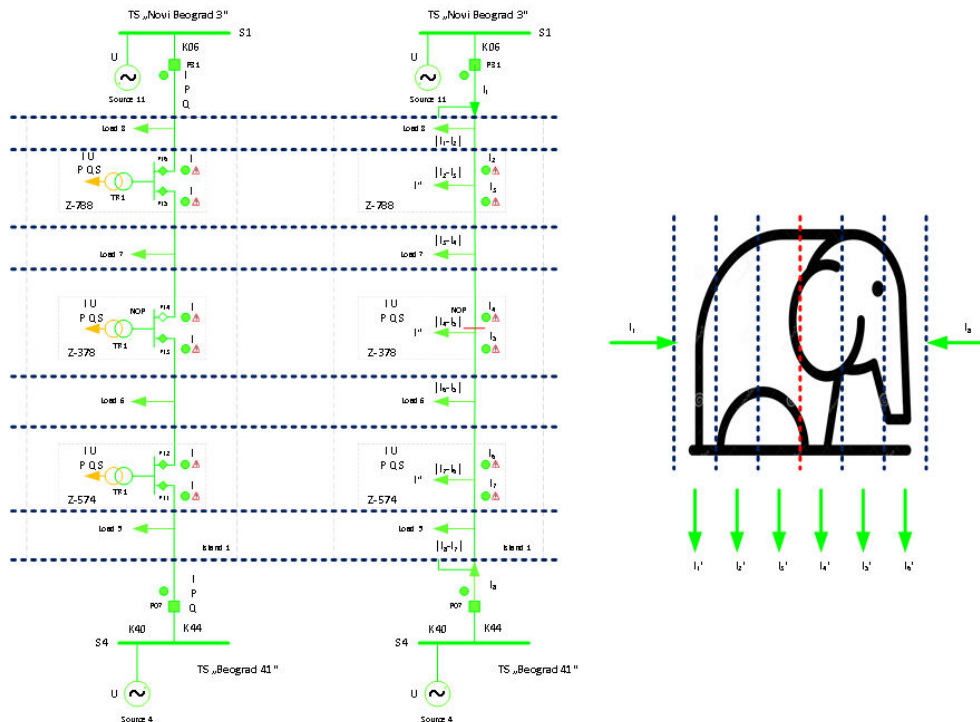
Слика 5 – Приказ архитектуре система за надзор и управљање у оквиру ТС „Београд 41“ са реализованом подршком за потребе напредне аутоматизације СНДМ мрежом

На нивоу напојне трансформаторске станице 110/10 kV обично се прикупља нешто мање од 5000 процесних података, док на нивоу напојних трансформаторских станица 35/10 kV са четири трансформатора тај број процесних информација се креће око 3000. Будући да се обезбеђује директна комуникација између уграђене даљинске станице и микропроцесорских заштитно-управљачких јединица (МПЗУ) путем протокола IEC 61850 број расположивих процесних информација које ће се слати на циљну IoT платформу биће најмање за ред величине већи. У овом тренутку још није пуштена комуникација са IoT платформом, те и да жељена комуникација није у потпуности дефинисана, не располаже се коначним укупним бројем процесних информација које ће се размењивати. У тренутној фази реализације пилот-пројекта разматра се решење којим би се IoT платформа реализовала на IT инфраструктури оператора дистрибутивног система, а све у циљу да се обезбеди жељена безбедност и сигурност над великом количином прикупљених података са процесног нивоа. Испоручилац система за напредну аутоматизацију је предвидео и тај начин реализације, али будући да је тренутно у развоју и фази тестирања, његова реализација је померена према динамичком плану за сам крај пилот-пројекта, који треба да буде окончан крајем године. На Сlici 5 приказана је архитектура система за даљински надзор и управљање са реализованом подршком за потребе напредне аутоматизације СНДМ мреже.

КАПАЦИТЕТ СНДМ МРЕЖЕ

Један од најважнијих предуслова које је потребно обезбедити за извршавање апликације „само-оздрављења“ у оквиру реализованог система за напредну аутоматизацију СНДМ мреже се односи на

потребан капацитет СНМД мреже, односно на капацитет мреже и капацитет извора, респективно. Да би се апликација успешно извршила неопходно је пре свега да се обезбеди потребан капацитет мреже, под који се подразумева капацитет извода који треба да прими додатно оптерећење у случају извршене аутоматске рестаурације погона након појаве квара. У случају изабране мреже, тај услов није критичан ни у погледу капацитета извода, али и евентуалног преоптерећења које би довело да термичког преоптерећења кабла због кога би дошло до прораде термичке заштите вода.

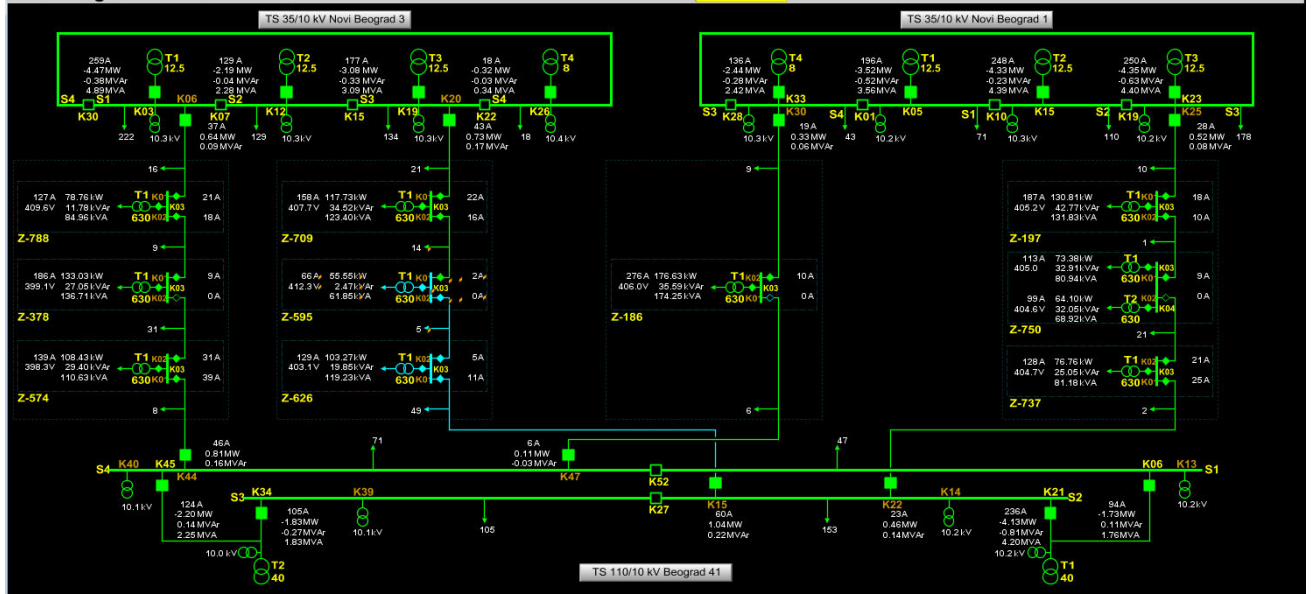


Слика 6 – Приказ расподеле „квантума“ оптерећења једног острва СНДМ мреже

Много је критичнији услов који се односи на потребан капацитет извора, односно неопходно је да се утврди да ли постоји и колика је расположива резерва на трансформатору снаге напојне трансформаторске станице. Најчешће тај услов није критичан на трансформаторима снаге велике инсталисане снаге у оквиру напојних трансформаторских станица 110/10 kV, али то се не може рећи и за трансформаторе снаге 35/10 kV у осталим напојним трансформаторским станицама, где су инсталисане снаге далеко мање по трансформатору, али и сам ниво оптерећења је далеко већи по сваком трансформатору снаге. У случају да није могуће обезбедити потребну резерву извора, тада се врши активирање локалне аутоматике на нивоу напојне трансформаторске станице која врши аутоматско паралелисање трансформатора снаге у циљу обезбеђивања потребне резерве. Будући да је у питању „кружна“ конфигурација 10 kV постројења, тада се врши аутоматско паралелисање по утврђеном приоритету са првим суседним трансформатором снаге који у том тренутку има већу расположиву резерву у оптерећењу. Капацитет мреже се проверава на тај начин да се у односу на потенцијално место квар утврди укупан збир „квантума“ оптерећења. Под „квантумом“ оптерећења се подразумева сегментно оптерећење острва (дела СНДМ мреже) које може да буде реално оптерећење аутоматизоване трансформаторске станице СН/НН или еквивалентно оптерећење дела неаутоматизоване мреже које се одређује на основу реалних процесних података из суседних аутоматизованих трансформаторских станица СН/НН. Често се у стручној литератури, проблем сегментирања оптерећења се своди на „дељење слона на делове“, као што је приказано на Слици 6.

DDC Beograd 10kV konzum - SoG

Slika 1



Слика 7 – Процесни приказа дела СНДМ мреже је реализована напредна аутоматизација СНДМ мреже

На Слици 7 је приказан један од реализованих НМИ процесних приказа дела СНДМ на којем је имплементирана напредна аутоматизација СНДМ мреже. На процесном приказу је имплементирана потпуна функционалност која се односи на праћење рада напредне аутоматизације, али и могућност деактивирања исте у случају када постоји потреба да надлежност управљања поново преузме надређени центар управљања.

ЗАКЉУЧАК

Напредна аутоматизација СНДМ мреже кроз имплементацију основне своје апликације је показала супериорност у односу на класичан (децентрализован) концепт аутоматизације СНДМ мреже. Ефекти напредне аутоматизације СНДМ мреже су у потпуности потврдили теоријски концепт и у симулационом моду су показали далеко боље резултате од очекиваних, што се очекује и у пракси када апликација буде у потпуности реализована у пуном свом обиму. Почетни резултати недвосмислено указују да је овако решење примењиво у случају када се захтева највиши степен поузданости одређених категорија крајњих купаца, који се напајају путем сложених СНДМ мрежа. Брзина реконфигурације у случају и знатно компликованијих мрежа далеко је већа од планиране, при чему су времена комплетне реконфигурације за скоро ред величине мања од постављених. Аквазиција података у великом обиму и њихова масовна анализа потврдила је концепт нове индустријске револуције (Индустрија 4.0), која треба да трасира пут ка глобалној имплементацији интелигентних мрежа на свима напонским нивоима електродистрибутивних мрежа.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Техничка документација произвођача „Siemens“, 2020 – 2022.
- [2] Муждека, „Пројекат перспективног развоја електроенергетске мреже ЕДБ – III свеска“, Београд 1986.