

INTEGRACIJA TEHNOLOŠKIH PODSISTEMOV ZA IZVEDBO DEMONSTRACIJSKIH PROJEKTOV V ELEKTRO GORENJSKA d.d.

MARJAN JERELE^{1*}, ANŽE VILMAN^{1*}, MARJAN KRŽIŠNIK^{2*}, SAMO GOLOB^{2*},

¹Elektro Gorenjska d.d., Kranj

²Sipronika d.o.o., Ljubljana

*E-pošta: marjan.jerele@elektro-gorenjska.si

Povzetek: Podjetje Elektro Gorenjska d.d. na področju razvoja sistemov vodenja in obratovanja distribucijskega omrežja aktivno sodeluje tudi v mednarodnih, s strani EU sofinanciranih raziskovalno razvojnih projektih.

V okviru projekta INCREASE je bila izvedena praktična demonstracija koordinirane regulacije napetosti NNO z uporabo naprednega krmilnega algoritma in daljinske regulacije distribucijskega transformatorja 20/0.4 kV, opremljenega z regulacijskim stikalom. V okviru projekta STORY je v NN omrežje na lokaciji TP Suha predvidena priključitev večjega hranilnika električne energije. Delovanje hranilnika bo krmiljeno z naprednim procesno informacijskim sistemom, ki bo zagotavljal optimalno izbiro režima delovanja hranilnika glede na trenutno in napovedano lokalno proizvodnjo električne energije iz razpršenih virov. Hkrati je predvidena tudi implementacija funkcij za zagotavljanje izravnave in prerazporejanja obremenitve, nudenja terciarne rezerve in kompenzacija jalove moči.

Ključne besede: vodenje in obratovanje distribucijskega omrežja, regulacija napetosti, regulacijski distribucijski transformator, hranilnik električne energije

DISTRIBUTION CONTROL SUBSYSTEM INTEGRATION IN ELEKTRO GORENJSKA d.d. R@D PROJECT

Abstract: Elektro Gorenjska d.d. actively contributes in EU international research and innovation projects, focused mainly on the distribution network control strategies and quality of supply.

During Increase project, different concepts of voltage quality provision in low voltage network with high penetration of renewables were demonstrated. Low voltage network coordinated voltage control utilizing first Slovenian remotely controlled OLTC transformer and local voltage mitigation on photovoltaic power plant location were the EG main demonstration goals.

Story project demonstrates the installation and utilization of larger storage unit on two EG locations, first in rural and finally also in industrial type of low voltage networks. The operation of storage unit will be controlled locally, utilizing advanced RTU and respective algorithm taking all network parameters as well as weather forecast into account. Beside load control strategies and reactive power compensation, a tertiary reserve provision will be demonstrated as well.

Keywords: distribution network control, voltage quality provision, OLTC transformer, electric storage

1 UVOD

Zagotavljanju zanesljivega obratovanja kot tudi kakovosti dobave električne energije v distribucijskih podjetjih posvečamo posebno pozornost. Distribucijska omrežja se poleg povečevanja števila razpršenih virov električne energije ter specifičnega obratovanja teh proizvodnih naprav soočajo tudi s pričetki vgrajevanja hranilnikov energije, ocenjujejo se možnosti obratovanja mikro omrežij, s povečano vlogo odjemalcev/proizvajalcev električne energije pa že prihaja do novih energetske storitev.

V distribucijskih podjetjih smo v zadnjih letih aktivno sodelovali tudi pri izdelavi dokumentov s področja razvoja pametnih omrežij (Vizija razvoja pametnih omrežij, Program razvoja pametnih omrežij in Nacionalni demonstracijski projekt pametnih omrežij), v okviru katerih je bila identificirana vrsta projektnih sklopov, ki predstavljajo temeljne aktivnosti prihodnjega razvoja pametnih omrežij.

2 TEHNOLOŠKI PODSISTEMI KOT ELEMENTI PAMETNIH OMREŽIJ

S področja obratovanja in vodenja distribucijskih omrežij glavne projektne sklope razvoja pametnih predstavljajo:

- Povečanje spoznavnosti
- Povečanje vodljivosti
- Vodenje omrežja
- Informacijsko komunikacijske tehnologije

2.1 Povečanje spoznavnosti

Nizkonapetostna omrežja, do nedavnega večinoma namenjena enostranskemu razdeljevanju energije, s stališča vodenja in obratovanja za upravljavce niso predstavljala posebnega izziva. Z vgrajevanjem razpršenih virov pa se razmere v teh omrežjih bistveno spreminjajo.

Poznavanje trenutnih napetostnih razmer predstavlja nujen predpogoj za izvajanje regulacijskih algoritmov, namenjenih zagotavljanju kakovosti napetosti. V podjetju Elektro Gorenjska (EG) je za nadzor parametrov NNO zgrajen sistem obratovalnih meritev, ki temelji na uporabi mrežnih analizatorjev Iskra, družine MC750. Za potrebe razvojnih projektov so bili uporabljeni instrumenti z 1 minutno periodo odčitavanja vseh parametrov omrežja, kar je popolnoma zadostovalo za izvajanje ustreznih regulacijskih algoritmov. Odčitane vrednosti se zapisujejo v podatkovno bazo MiSmart, ki z uporabo različnih komunikacijskih protokolov tudi ostalim sistemom omogoča dostop do registriranih vrednosti. V okviru projekta CIM je izdelan tudi CIM vmesnik za sodobno in na standardih temelječo izmenjavo podatkov z ostalimi sistemi.

2.2 Povečanje vodljivosti

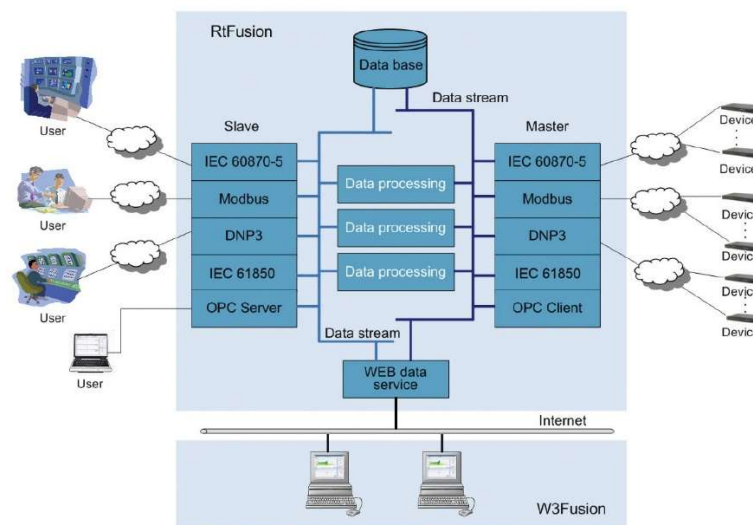
Zagotavljanje kakovosti napetosti NNO je v demonstracijskem primeru EG izvedeno z uporabo regulacijskega distribucijskega transformatorja, ki zagotavlja spreminjanje višine napetosti pod obremenitvijo (OLTC – On Load Tap Changer). To je prva in do sedaj edina uporaba SN/NN regulacijskega transformatorja v slovenski distribuciji. Za regulacijo je bil pilotno uporabljen 400 kVA transformator proizvajalca Schneider Electric, izvedba z 9 stopnjami, vsaka po 1.5% Un. Transformator je tovarniško opremljen s krmilnikom, ki omogoča uporabo nekaterih osnovnih regulacijskih algoritmov za upravljanje višine transformatorske napetosti. Za demonstracijo v projektu Increase je bilo poleg uporabe tovarniške regulacije na osnovi projektno razvitega algoritma za koordinirano regulacijo napetosti NNO izvedeno tudi daljinsko nastavljanje ustrezne stopnje regulacijskega stikala.

2.3 Vodenje omrežja

Proizvodni vir na lokalni ravni v NNO v specifičnih primerih lahko povzroči tako visoke napetosti, da je ni mogoče kompenzirati niti z uporabo regulacijskega transformatorja. V tovrstnih primerih se ustrezna višina napetosti lahko zagotovi z omejevanjem oddane moči proizvodne enote. V primeru projekta Increase je bil poskusno za čas projekta za lokalno omejevanje višine napetosti uporabljen regulacijski upor z interno vgrajenim algoritmom, ki je lokalno napetost omejeval z ustreznim zniževanjem proizvedene moči sončne elektrarne.

Za nadzor in vodenje distribucijskih omrežij EDP uporabljamo najsodobnejše SCADA sisteme, s katerimi poleg VN/SN energetskih objektov zanesljivo upravljamo tudi naprave v SN omrežju. Čeprav je SCADA EG pripravljena tudi na vodenje NNO, smo se pri izvedbi razvojnih projektov odločili za uporabo nadzornega sistema proizvajalca Sipronika, ki se sicer uporablja za daljinski nadzor in krmiljene SN omrežja. S postavitvijo testnega SCADA okolja je bila zagotovljena varnost obratovanja obstoječega sistema, hkrati pa omogočeno izvajanje različnih demonstracijskih scenarijev.

Nadzorni sistem temelji na platformi UniFusion, ki omogoča informacijsko in komunikacijsko integracijo različnih podsistemov z uporabo standardnih komunikacijskih protokolov in izvajanje kompleksnih algoritmov.



Slika 1: Osnovni gradniki UniFusion platforme

Platforma UniFusion vsebuje vse ustrezne komunikacijske vmesnike za povezovanje z drugimi napravami in podsistemi, kot so krmilnik regulacijskega transformatorja RTU za vodenje in nadzor SN stikal, posredovanje merilnih vrednosti iz MiSmart sistema v sistem za koordinirano regulacijo napetosti, vizualizacija vseh merilnih podatkov omrežja in statusnih signalov ter funkcije vodenja in nadzora.

2.4 Informacijsko komunikacijske tehnologije

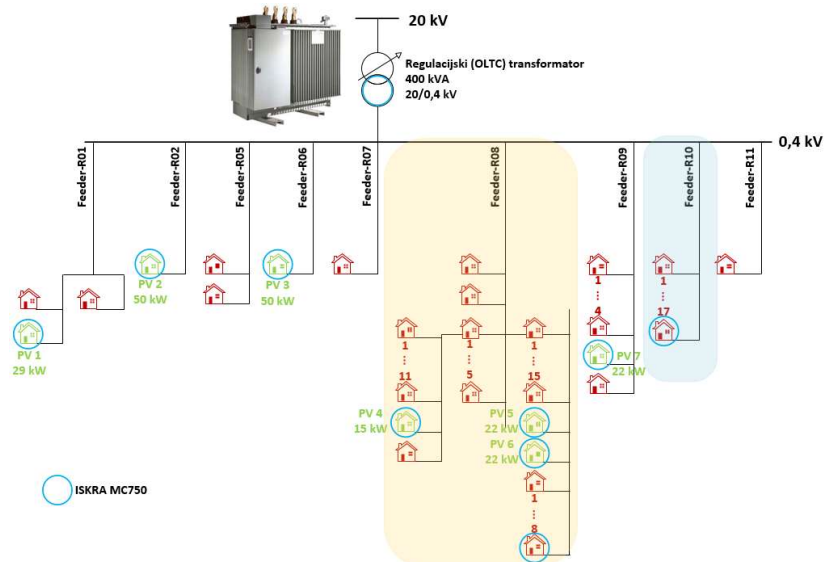
Za izvajanje regulacijskih algoritmov v realnem času je potrebno zagotoviti tudi ustrezne prenose podatkov med posameznimi gradniki distribuiranega sistema. Kot komunikacijski medij je bilo v EG uporabljeno lastno širokopasovno omrežje WiMax, ki je v celoti zadostilo zahtevam projektov. Koncept profesionalnega privatnega omrežja, ki temelji na IP protokolu in mešanih nosilnih tehnologijah (optika, digitalni radio, BWA ...) je bil uporabljen že v EU projektu HyperDNO in tudi pohvaljen s strani EU komisije kot izviren in napreden komunikacijski sistem. Na posameznih lokacijah v NNO je bila nameščena ustrezna komunikacijska oprema, ki je zagotavljala obojestransko komunikacijo – tako pridobivanje merilnih vrednosti kot tudi nastavljanje regulacijskih parametrov vgrajene procesne opreme.

3 RAZISKOVALNO RAZVOJNI PROJEKTI EG

Podjetje Elektro Gorenjska d.d. v zadnjem času na področju razvoja sistemov vodenja in obratovanja distribucijskega omrežja aktivno sodeluje v dveh mednarodnih, s strani EU sofinanciranih raziskovalno razvojnih projektih.

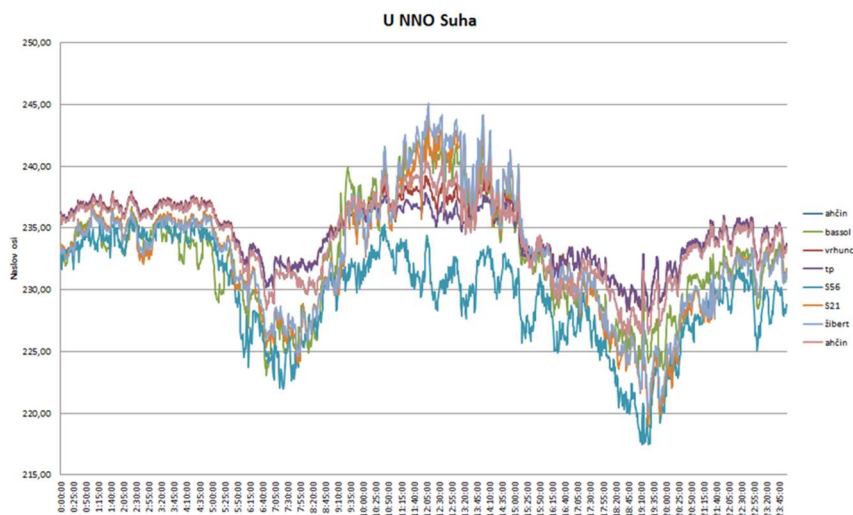
3.1 Projekt Increase

V okviru projekta INCREASE je bila razvita in izvedena praktična demonstracija daljinske koordinirane regulacije napetosti v NNO TP Suha z uporabo naprednega krmilnega algoritma in regulacijskega distribucijskega transformatorja 20/0.4 kV. Enopolna shema NNO Suha je prikazana na Sliki 2.



Slika 2: Enopolna shema NNO Suha

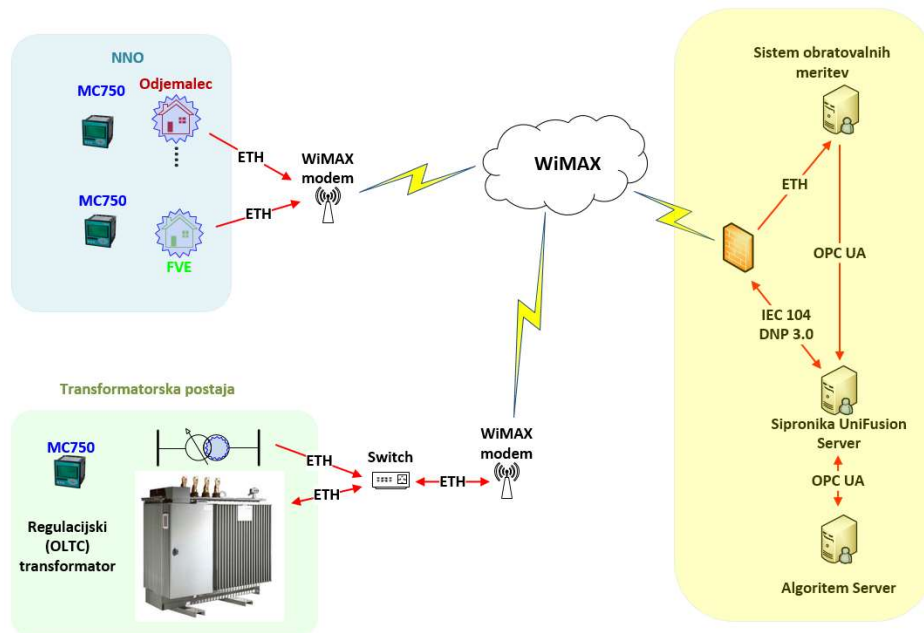
V omrežju je priključenih 7 sončnih elektrarn s skupno močjo 210 kW. Obratovanje elektrarn na posameznih lokacijah občasno povzroča visoke lokalne napetosti, pri nekaterih odjemalcih pa se kot posledica obremenitev istočasno pojavljajo večji padci napetosti. Trenutna razlika napetosti med posameznimi točkami omrežja tako lahko znaša tudi do 15 V, kar prikazujejo tudi diagrami napetosti na Sliki 3.



Slika 3. Diagrami napetosti NNO Suha

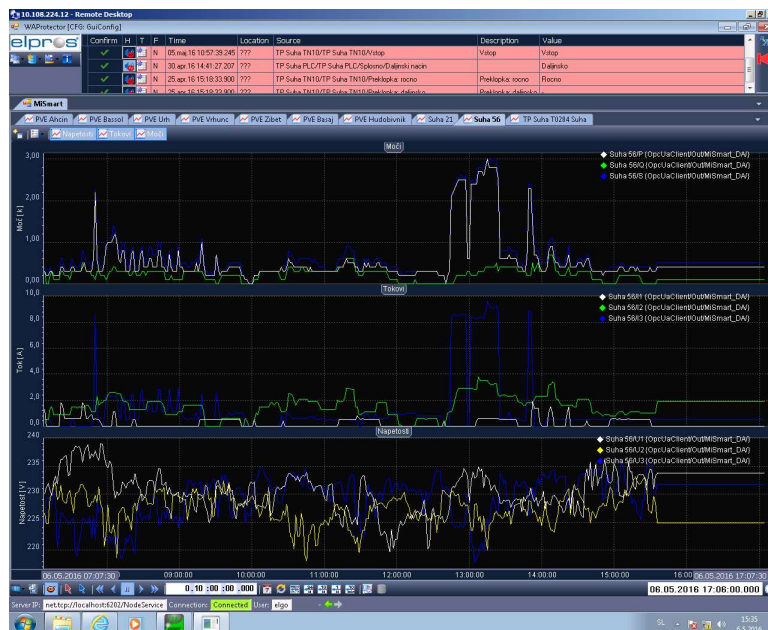
Principielna shema demonstracijskega primera je prikazana na Sliki 4. Za pridobivanje informacij o trenutnem stanju parametrov električnega omrežja je bilo vgrajenih 10 mrežnih analizatorjev MC 750 in sicer na vseh lokacijah priključenih elektrarn, dveh lokacijah odjemalcev z največjimi padci napetosti in enim v transformatorski

postaji. Meritve vseh parametrov se s pomočjo priključenih WiMAX modemov vsako minuto prenašajo v podatkovno bazo strežnika obratovalnih meritev (MiSmart).



Slika 4: Principielna shema daljinske koordinirane regulacije napetosti

Za nadzor in vodenje transformatorske postaje kot tudi regulacijskega transformatorja je uporabljena SCADA na osnovi platforme UniFusion. Le ta poleg osnovnih SCADA funkcionalnosti zagotavlja tudi povezave med podatkovno bazo MiSmart in strežnikom, na katerem se izvaja regulacijski algoritem. V ta namen se s pomočjo protokola OPC UA zajemajo trenutne izmerjene vrednosti napetosti, ki se jih posreduje strežniku z regulacijskim algoritmom. Vse merilne vrednosti se zapisujejo v lokalno podatkovno bazo, nadzor pa je omogočen z zmogljivim odjemalcem za grafično vizualizacijo velikih količin podatkov, kot je prikazano na Sliki 5.



Slika 5: Nadzorni sistem s prikazom merilnih vrednosti

Regulacijski algoritem na podlagi pridobljenih meritev in glede na želeno (nastavljeno) najvišjo in najnižjo vrednost napetosti omrežja ovrednoti ustreznost trenutnega stanja celega NNO in v primeru odstopanj predlaga spremembo stopnje regulacijskega transformatorja. Na omenjeni način regulacijski sistem dejansko zagotavlja, da se najnižja in najvišja vrednost napetosti NNO nahajata znotraj nastavljenega zelenega napetostnega okna. Za prenos podatkov in izvajanje funkcij daljinskega nadzora in vodenja je bilo uporabljeno privatno BWA omrežje WiMAX.

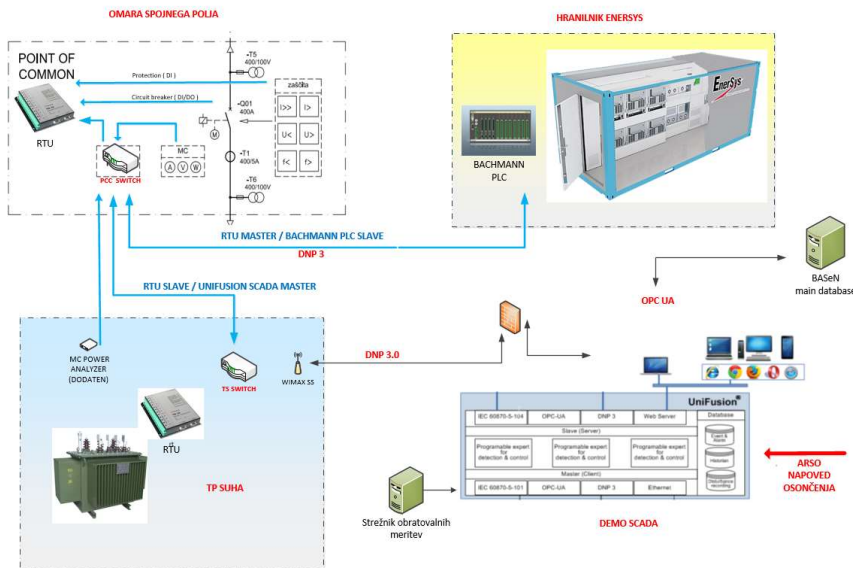
V okviru projekta je bila realizirana tudi regulacija napetosti na priključnem mestu sončne elektrarne, kjer se je v primeru povišane napetosti z regulacijskim uporom izvajalo omejevanje proizvedene moči elektrarne. Projekt Increase je bil v letu 2016 uspešno zaključen, koordinirana regulacija napetosti pa se bo po zaključku dodatnih testiranj prenesla v obstoječi sistem vodenja in ostala v praktični uporabi.

3.2 Projekt Story

V okviru projekta STORY sta predvideni dve demonstraciji uporabe večjega hranilnika energije. V prvem primeru je priključitev hranilnika predvidena na lokaciji transformatorske postaje Suha, v drugem primeru pa na lokaciji podjetja v TP Elektro. Delovanje hranilnika bo krmiljeno z naprednim procesnim sistemom, ki bo zagotavljal optimalno izbiro režima delovanja hranilnika glede na trenutno porabo omrežja in proizvodnjo električne energije iz sončnih elektrarn. V okviru projektnih ciljev je predvidena izvedba izravnave in prerazporejanja koničnih obremenitev, kompenzacija jalove moči in sistemske storitve nudenja terciarne rezerve.

Principielno shemo demonstracijskega projekta v TP Suha prikazuje Slika 6. Hranilnik Enersys bo energetsko priključen na transformatorske zbiralke preko omare spojnega polja. V omari bo poleg ustrezne zaščite in močnostnega stikala vgrajena tudi končna postaja (RTU), ki bo kot procesno komunikacijski računalnik z ustreznim krmilnim algoritmom zagotavljal tudi ustrezno vodenje hranilnika.

Demonstracijski SCADA sistem bo zagotavljal povezavo med posameznimi gradniki sistema, dodatno pa bo za izvajanje krmilnega algoritma pridobljena tudi ARSO napoved osončenja za prihodnjih 36 ur.



Slika 6: Principielna shema demonstracijskega projekta STORY

4 ZAKLJUČKI

Distribucijsko omrežje EG z doseganjem najvišjih kazalcev zanesljivosti in kakovosti obratovanja vedno znova dokazuje, da je grajeno strokovno ter tehnično ustrezno. EG v razvojnih projektih zato ne sodeluje zaradi potreb

po odpravljanju dejanskih težav, ampak sodelovanje izkorišča predvsem za pridobivanje znanj, s katerimi bomo lažje odgovarjali na izzive prihodnosti.

EG v razvojnih projektih poleg zagotavljanja demonstracijskih poligonov aktivno sodeluje že v sami fazi priprave projektnih ciljev. Sodobne izzive s področja obratovanja in vodenja distribucijskih omrežij poskušamo prvenstveno reševati z nadgradnjo in razvojem obstoječih tehnoloških sistemov ter istočasno integracijo novih konceptov in tehnologij. Na ta način se hkrati preverja ustreznost delovanja obstoječih naprav ter vzporedno omogoči tudi testiranje novih tehnologij.

Na osnovi pridobljenih izkušenj lahko zatrdimo, da bo v prihodnosti posebno pozornost potrebno nameniti izboljšanju spoznavnosti omrežja, zagotavljanju zanesljivost delovanja naprav, lokalni izvedbi regulacijskih algoritmov, razvoju informacijsko komunikacijskih tehnologij ter hkrati spremljati tehnološki napredek naprav, ki se bodo predvidoma vgrajevala v naša omrežja.

REFERENCE

- [1] Vizija razvoja pametnih omrežij, Program razvoja pametnih omrežij in Nacionalni demonstracijski projekt pametnih omrežij
- [2] <http://www.project-increase.eu/>.
- [3] <http://horizon2020-story.eu/>