



REPUBLIKA E SHQIPËRISË
UNIVERSITETI POLITEKNIK
FAKULTETI I INXHINJERISË ELEKTRIKE

Disertacion

i

Paraqitur nga

Msc.Ing. Arben Gjukaj

Për marrjen e gradës shkencore

Doktor

Specialiteti: Inxhinjere Elektrike

**Tema: Ndërveprimi i Teknologjive Energjetike dhe Informatike
me Sistemin Elektroenergjetik dhe Aplikime të Tyre
(Smart Grid)**

Kandidati

Msc.Ing. Arben Gjukaj

Udhëheqës Shkencor

Prof. Dr. Raimonda Buhaljoti

Mbrohet më datë. __. __. 2015 para jurisë të miratuar nga rektori i UPT me numër 504/3
Prot. më datë 19.05.2015:

1. Prof. Dr. Nako HOBDARI
2. Prof. Dr. Petrika MARANGO
3. Prof. as. Dr. Marialis ÇELO
4. Prof. Dr. Mihal JORGON
5. Akademik Isuf KRASNIQI

Kryetar
Anëtar
Anëtare - Oponente
Anëtar - Oponent
Anëtar

Përmbajtja

HYRJE	1
KAPITULLI 1.....	3
SEKTORI ENERGJETIK I KOSOVËS	3
1.1 Informata të përgjithshme për sektorin	3
1.2 Linjiti.....	3
1.2.1 Baseni i Kosovës	3
1.2.2 Baseni i Drenicës	4
1.2.3 Gjendja aktuale e minierave të linjitit.....	6
1.3 Kapacitetet gjeneruese	8
1.4 Operatori i sistemit, transmissioinit dhe tregut (KOSTT) dhe funksionet e tij	10
1.5 Shpërndarja dhe furnizimi me nenergjji elektrike	11
1.5.1 Faturimi dhe inkasimi	12
1.6 Tregu i energjisë elektrike [2].....	14
1.6.1 Struktura e Tregut	15
1.6.2 Tregu rajonal i energjisë elektrike	18
1.7 Rregullat e Tregut [3].....	19
1.7.1 Fushëveprimi.....	19
1.7.2 Palët dhe Llogaritë [3]	20
1.8 Ristrukturimi i Sektorit të Energjisë [4].....	23
1.8.1 Tregu i përbashkët Kosovë – Shqipëri.....	24
1.9 Importi dhe eksporti i energjisë elektrike	25
1.10 Gazi natyror	28
1.11 Burimet e ripërtëritshme të energjisë [4]	28
1.12 Eficienca e energjisë [4].....	29
1.13 Ngrohja qendrore – Koogjnerimi.....	30
1.13.1 Karakteristikat teknike të sistemeve të ngrohjes qendrore [1]	30
1.14 Mbrojtja e mjedisit.....	31
KAPITULLI 2.....	33
TRAJTIMI TEORIK I RRJETIT TË MENÇUR.....	33
2.1 Hyrje	33
2.2 Modeli konceptual i rrjetit të mençur.....	37
2.2.1 Gjenerimi me shumicë.....	37
2.2.2 Distribucioni	38
2.2.3 Konsumatori	39
2.2.4 Operimet	39
2.2.5 Tregjet.....	40
2.2.6 Ofruesi i shërbimeve.....	41
2.3 Standardizimi dhe legjislacioni	41
2.4 Infrastruktura e një sistemi të mençur	43
2.4.1 Gjenerimi i energjisë	44
2.4.2 Rrjeti i Transmissioinit.....	46
2.4.3 Rrjeti i shpërndarjes.....	47
2.4 Infrastruktura e mençur: sistemi – nënsistemi i mençur i informacionit.....	48
2.5.1 Informatat e matjeve dhe kalkulimeve	48

2.5.2	Menaxhimi i informatave	51
2.6	Sistemi i mençur i Infrastrukturës.....	53
2.6.1	Përshkrim i përgjithshëm	53
2.6.2	Teknologjitë pa tela	54
2.6.3	Teknologjitë me tela	58
2.7	Menaxhimi në sistemin e mençur	60
2.7.1	Objektivat e menaxhimit	61
2.7.2	Metodat dhe veglat e menaxhimit	63
2.7.3	Përmbledhje dhe hulumtimet në të ardhmen	64
2.8	Sistemi i mençur i mbrojtjes	66
2.8.1	Besueshmëria e sistemit dhe mbrojtja ndaj defekteve/prishjeve teknike	66
2.8.2	Siguria e privatësia	70
2.9	Përfitimet nga rrjetet e mençura [202]	74
2.9.1	Pjesë e strategjisë ekonomike afatgjate	74
2.9.2	Potenciali i tregut	75
2.9.3	Përfitimet mjedisore nga rrjeti i mençur	75
2.9.4	Rrjeti i zgjuar si një mjet për zhvillim ekonomik	76
KAPITULLI 3.....		91
APLIKIMI I RRJETIT TË MENÇUR SG (SMART GRID) NË SISTEMET		
SHPËRNDARËSE TË KOSOVËS		91
3.1	Hyrje	91
3.1.1	Matja e avancuar AM (<i>Advanced metering</i>)	92
3.1.2	Menaxhimi Personal i Energjisë (<i>Personal energy management</i>).....	93
3.1.3	Menaxhimi i Rrjetit (<i>Network Management</i>)	93
3.2	Pajisjet e rrjetit të TM dhe objektet për manipulim nga distanca	93
3.2.1	Ndarëset e fuqisë në hyrje, dalje dhe në trafo-fushën në trafostacionin e TM/TU	94
3.2.2	Pajisjet ndërprerëse në rrjetet e TM	94
3.2.3	Indikatorët – detektorët e prishjeve.....	95
3.3	Përpunimi lokal i të dhënave – stacioni (njësia) nga distanca	96
3.4	Nënsistemi i telekomunikimit (NT)	97
3.4.1	Nënsistemi në qendrën e komandimit me përkrahje programore	99
3.5	Mënyra e realizimit	102
3.6	Implementimi i sistemit të rrjetave të mençura SG në Kosovë	103
3.6.1.	Monitorimi dhe komandimi i Sistemit të OSSH-së me softuerët DMS/SCADA	103
3.6.2.	Implementimi i matjes së mençur (<i>Smart metering</i>).....	104
3.6.3	Njehsorët e mençur në Kosovë	105
3.6.4	Rrjedhoja e strategjisë së zhvillimit të pikës matëse	106
3.7	Analiza e kost-benefitit	111
KAPITULLI 4.....		120
TEKNOLOGJITË E MENÇURA PËR MONITORIMIN DHE VLERËSIMIN E SJELLJES		
SË SISTEMIT ELEKTRIK NË PRANI TË GJENERIMIT ME ERË		120
4.1	Hyrje	120
4.1	Gjenerimi me erë në Kosovë.....	123
4.2	Të dhënat e regjistruara.....	124
4.3	Energjia dhe fuqia e prodhuar nga centrali në Golesh.....	125
4.3	Luhatjet e energjisë së erës	131
4.3.1	Ndryshimet shkallë të fuqisë së prodhuar.....	132
4.3.2	Ndryshimi i vijueshëm i fuqisë së prodhuar	135
4.4	Parashikimi me metodën e regresionit.....	137
4.5	Monitorimi i cilësisë së fuqisë	139
SHTOJCA 1		145
SHTOJCA 2		158
KAPITULLI 5.....		169
TEKNOLOGJITË E MENÇURA PËR MONITORIMIN DHE PARASHIKIMIN E		
NGARKESAVE ELEKTRIKE		169

5.1	Hyrje	169
5.2	Faktorët që ndikojnë në parashikimin e ngarkesës elektrike	170
5.3	Metodat e parashikimit afatshkurtër të ngarkesës	171
5.4	Parashikimi i ngarkesave me anë të ANN	171
5.4.1	Pse të përdorim rrjetat neurale?	171
5.4.2	Struktura e rrjeteve neurale.....	173
5.4.3	Arkitekura e rrjetave neurale	174
5.4.3.3	Inputet e lidhura me të dhënat historike të ngarkesës	176
5.4.4	Vlerësimi i performansës së parashikimit	176
5.5	Parashikimi i ngarkesave të Sharrcemit.....	177
5.5.2	Parashikimi i ngarkesës ditore	179
5.5.3	Parashikimi i ngarkesës javore	182
SHTOJCA 3.....		212
Parashikimi i ngarkesave të Feronikelit		212
Përfundimet dhe Rekomandime.....		235

HYRJE

"Smart grid" është një klasë e teknologjive që do të sjellë shërbimet e sistemit të shpërndarjes të energjisë elektrike në shekullin e 21-të, nëpërmjet kontrollit në distancë dhe automatizimit në të dyja drejtimet. Këto sisteme janë të mundshme në sajë të zhvillimit të teknologjive digjitale të komunikimit dhe përpunimit me kompjuter. Ata ofrojnë shumë përfitime si për kompanitë energjitike nga njëra anë ashtu dhe për konsumatorët nga ana tjetër.

Sistemi SmartGrid dhe ScadaSystem ofron mundësinë që nëpërmjet infrastrukturës së "mençur" (smart) dhe inteligjente të realizohet monitorimi dhe kontrolli në distancë në kohë reale. Në këtë mënyrë sigurohet automatizimi i sistemeve të shpërndarjes, analiza dhe mbrojtja nga dëmtimet, si dhe realizohet optimizmi dhe dirigjimi i parametrave kryesorë të sistemit shpërndarës.

Zgjerimi i tregut të energjisë elektrike dhe riorganizimi i kompanive elektroenergjetike (prodhimi, transmetimi, shpërndarja, etj.) kërkon një mbikëqyrje të sistemit shpërndarës të energjisë elektrike në të gjitha nivelet e tensionit. Detyra e sistemeve të shpërndarjes është furnizimi i sigurt dhe cilësor i konsumatorëve me energji elektrike si dhe në mënyrë sa më ekonomike. Numri i madh i objekteve të të gjitha niveleve të tensionit si dhe numri i madh i ngjarjeve të planifikuara dhe të paplanifikuara detyrojnë kryerjen e veprime operative të shumta si dhe ndërrim të konfigurimit të rrjetit shpërndarës, për këtë arsye është me rëndësi të madhe mbikëqyrja nga distanca e rrjetit shpërndarës si në aspektin teknik dhe ekonomik. Aplikimi i informatikës moderne, komunikimit dhe studimet shkencore do të mundësojnë një transformim të tillë. Vizioni i rrjetit shpërndarës modern mund të parashtrohet si:

"Revolucionizimi i sistemit të shpërndarjes duke integruar teknologjinë e shekullit 21 në arritjen e një gjenerimi të pandërprerë, furnizimi dhe konsumi me përfitime të të gjithë aktorëve"

Sfida e sistemit të shpërndarjes konsiston në aplikimin e sistemeve smart, ndjekja e evoluimit të këtyre sistemeve që do të sigurojë një konfigurim të përsosur dhe plotësisht të integruar të të gjithë aktorëve. Smart grid siguron vizibilitetin e shpenzimit të energjisë elektrike gjë që drejtë për së drejti mundëson menaxhimin më të mirë të energjisë elektrike. Punimi i paraqitur është një kontribut i vogël në kuadrin e përpjekjeve për rrugëzgjdhje konkrete të probleme të caktuara të sistemit energjetik të shfaqur në kushtet e decentralizimit të sistemit energjetik dhe modernizimit të tij. Në këtë punim jemi ndalur në aplikimet e SmartGrid në funksion të një menaxhimi më të mirë të rrjetit Shpërndarës. Objektivi kryesor i këtij punimi është analiza e rrjetave smart dhe vlerësimi i efekteve të aplikimit të zgjidhjeve smart nga pikëpamja e aspekteve tekniko-ekonomike në rrjetin shpërndarës të Kosovës.

Shfrytëzimi i burimeve të reja të informacionit dhe të teknologjisë së informacionit siguron mundësi për përdorimin e metodave të reja të planifikimit të rrjetit të shpërndarjes.

Objektivi tjetër është përdorimi i të dhënave të Smart grid për hulumtime të ndryshme. Në mënyrë të veçantë jemi ndalur në dy aktorë shumë të rëndësishëm për rrjetin shpërndarës: ngarkesa elektrike dhe gjenerimi i shpërndarës. Kjo analizë është ilustruar nëpërmjet:

- Përdorimit të të dhënave të përftuara për parashikimet afatshkurtra të ngarkesës elektrike. Nga një shumëllojshmëri metodash, është përdorur metoda e rrjetave artificiale neurale, si dhe
- Analiza e luhatjeve të energjisë së prodhuar nga centrali i erës Golesh të lidhur në rrjetin shpërndarës si dhe janë analizuar se si kjo ka ndikuar në parametrat e sistemit elektrik. Analiza gjithashtu vlerëson plotësimin e kërkesave të Kodit të Rrjetit të Kosovës për centralet që prodhojnë energji nga era.

Në përfundim shtrohet detyra për të aplikuar këto teknologji të cilat krijojnë mundësi për një shfrytëzim eficient të rrjetit shpërndarës

KAPITULLI 1

SEKTORI ENERGJETIK I KOSOVËS

1.1 INFORMATA TË PËRGJITHSHME PËR SEKTORIN

Ekonomia e një vendi përveç tjerash mund të përcaktohet nga niveli i konsumit të energjisë, e në veçanti konsumit industrial, dhe bazë për një zhvillim ekonomik të përgjithshëm përbën zhvillimi i sektorit të energjisë elektrike.

Kapacitetet gjeneruese ekzistuese nuk i plotësojnë nevojat për furnizim të konsumatorëve, sidomos në orët e pikut kur kërkesa për energji elektrike shtohet, prandaj paraqitet nevoja e ngutshme për investime në këto kapacitete. Përkrah kësaj duhet nxitur edhe liberalizimi i tregut për rritjen e konkurrencës.

Qeveria e Kosovës ka shpallur shprehjen e interesit për paket projektin TC Kosova e Re. TC Kosova e Re paraqet shtyllën kryesore të prodhimit të qëndrueshëm nga linjiti duke siguruar energjinë bazë për sistemin.

Burimet e Ripërtëritshme të Energjisë (BRE) paraqesin një interes të veçantë në sektorin e energjisë. Direktivat Evropiane dhe obligimet që dalin nga TKE definojnë kërkesat lidhur me BRE. Këto burime duhet të zënë vend të rëndësishëm në parashikim të investimeve në sektorin e energjisë. Edhe ligjet për sektorin e energjisë në Kosovë përkrahin investimet në BRE. Kriteret për investime në BRE duhet të marrin parasysh nivelin e përballueshmërisë së konsumatorëve, stabilitetin e sistemit dhe ndikimin e tyre në balancimin e sistemit. [1]

1.2 LINJITI

Burimi kryesor i Kosovës për prodhimin e energjisë elektrike është linjiti, i cili mundëson prodhimin e energjisë elektrike pothuajse për të gjitha kërkesat vendore për energji. Rezervat e linjtit në bazenin e Kosovës dhe të Dukagjinit janë njëherësh edhe rezervat e treta në Evropë, me një sasi që llogaritet të jetë diku 12.5 miliardë tonelata. Raporti djerrinë-qymyr është i ulët dhe kjo e bën mjaft atraktive eksploatimin sipërfaqësor të qymyrit. Ne fig. 2.1 është bërë paraqitja skematike në hartë e baseneve të Kosovës.

1.2.1 Baseni i Kosovës

Identifikohet në fushën e Kosovës që gjendet në pjesën qendrore të Kosovës, afër Prishtinës. Linjiti është i koncentruar në një shtresë të madhe të qymyrit me trashësi mesatare 46 m, e mbuluar me shtresë argjilore me trashësi që sillet prej 10 m deri 120 m. Kualiteti i

linjtit të basenit të Kosovës është i përshtatshëm për prodhim të energjisë elektrike, me ETU mesatare prej 7600 KJ/kg dhe rezerva eksplotabile 10,5 miliardë tonelata lignit (linjit?).- Baseni i Dukagjinit.

Baseni i Dukagjinit gjendet në pjesën perëndimore të Kosovës, në mes të qyteteve të Pejës dhe Klinës. Shtresa e qymyrit atje është e zhvilluar në një sipërfaqe prej 49 km², me trashësi mesatare rreth 45 m, e mbuluar me shtresë argjilore dhe shtresë ranore të argjilës prej 50 m deri 90 m. Rezervat gjeologjike janë 2,2 miliardë tonelata linjit me vlerën kalorike neto 7.400 KJ/kg.

1.2.2 Baseni i Drenicës

Baseni i Drenicës është i ngjashëm por më i vogël sesa basenet e lartpërmendura. Rezervat gjeologjike janë 91.000.000 tonelata qymyr. Në basenin e Drenicës janë të zhvilluara dy fusha qymyrore, ajo e Polacit - Skënderaj me 60.000.000 t dhe e Gllobarit me rezerva prej 31.000.000 t qymyr me vlerën kalorike neto 7,300 KJ/kg

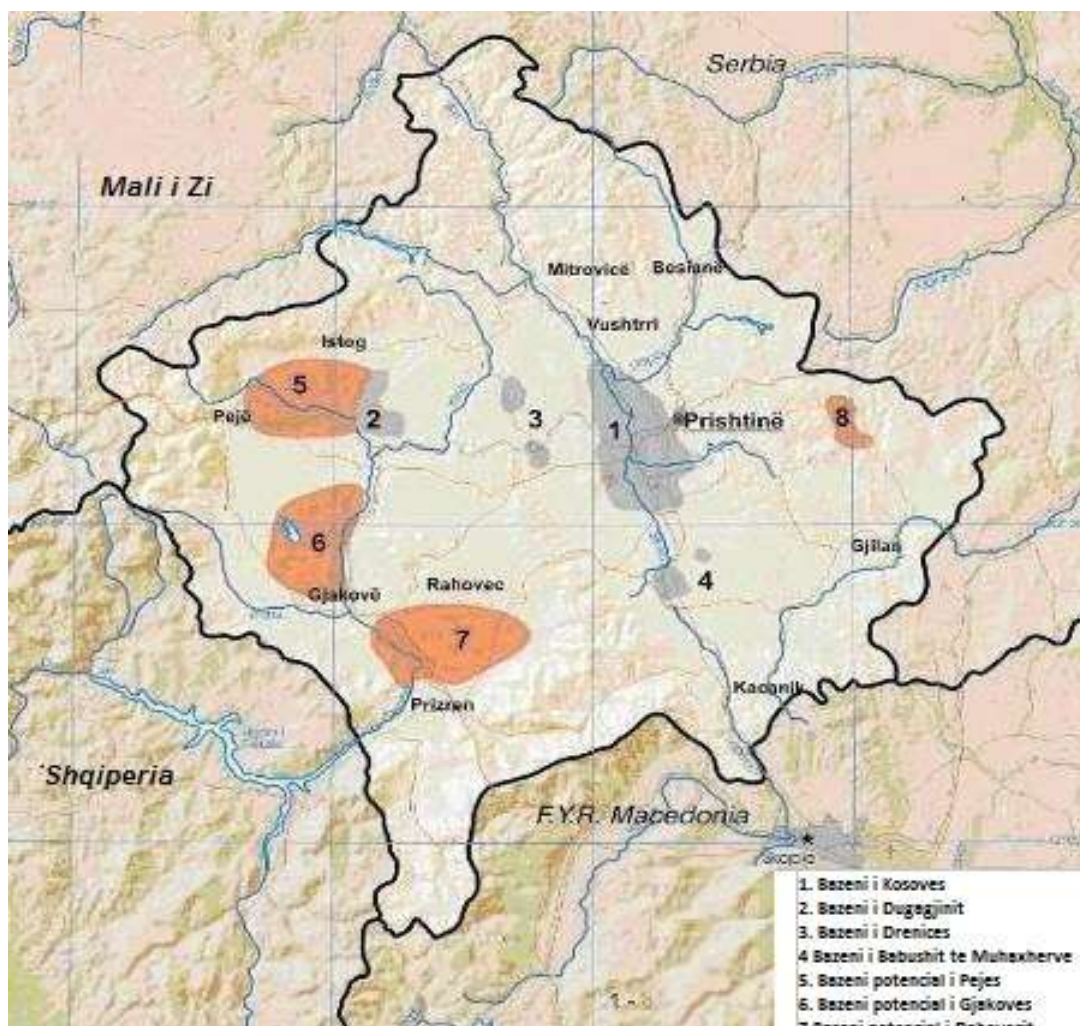


Figura 1.2 Harta e baseneve të linjitit në Kosovë [burimi: KEK]

Në mënyrë grafike do ta paraqesim pozitën e Kosovës në Evropë sa i përket rezervave, sasisë së prodhimit vjetor dhe pjesëmarrjes së linjitit në prodhimin e energjisë elektrik

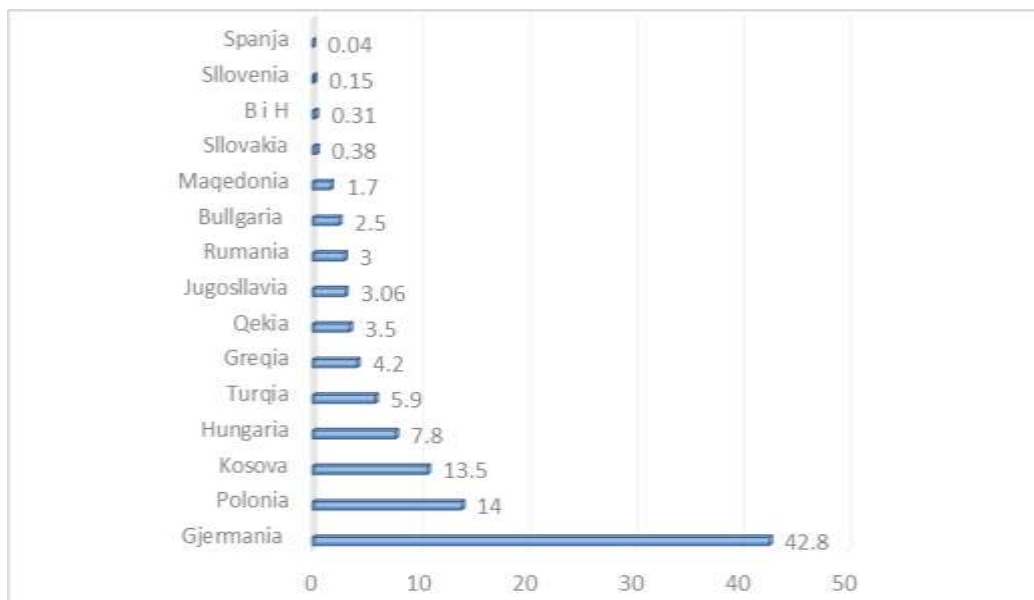


Figura 2.2 Rezervat gjeologjike në Evropë miliardë tonë (109)

Ndërsa krahasimi i Kosovës sa i përket prodhimit vjetor të linjtit me vendet tjera të Evropës, i shprehur në milion tonë (106), është paraqitur në grafikun e më poshtëm:

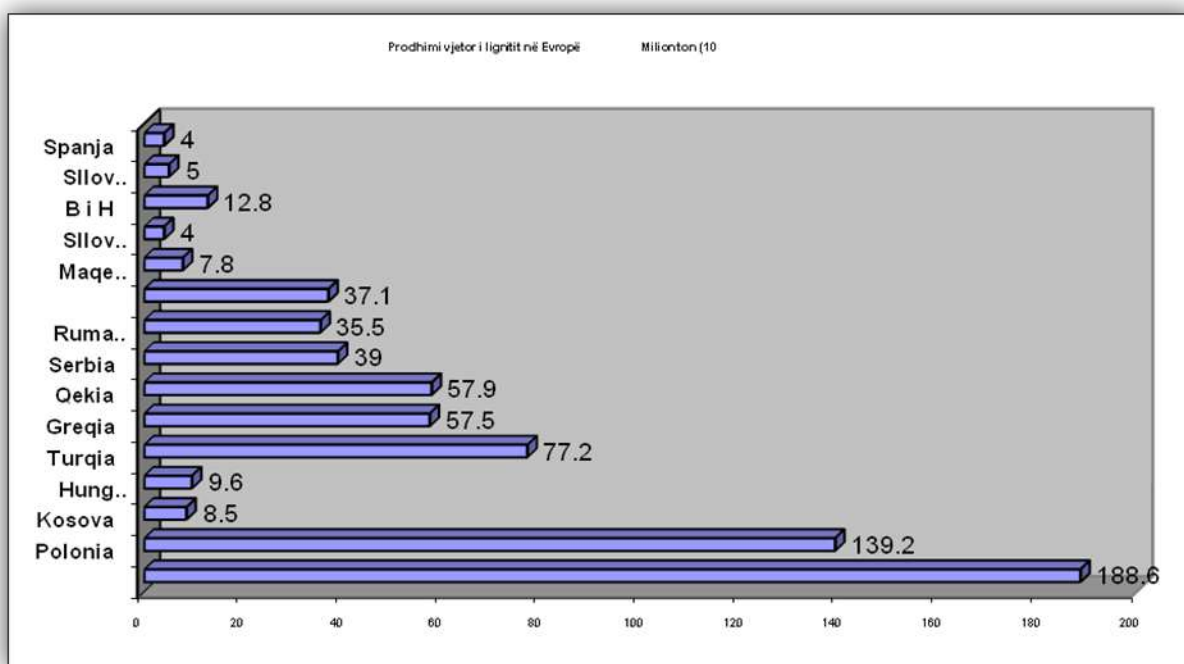


Figura 1.3 Prodhimi vjetor i linjtit në Evropë

Eksplorimi i linjtit në basenin e Kosovës ka filluar në vitin 1922 në minierën nëntokësore “Kosova” afër fshatit Hade dhe më vonë në fshatrat Dardhishtë dhe Sibovc. Eksplorimi i linjtit nëntokësor ka zgjatur deri më 1967.

Eksplorimi sipërfaqësor i linjtit ka filluar në vitin 1956 në minierën e qymyrit në Mirash me prodhim vjetor rreth 1.000.000 t/vit. Në vitin 1961 prodhimi i linjtit në këtë mihje është rritur në 3.500.000 t/vit. Hapja e minierës së qymyrit në Bardh u bë më 1964, ndërsa prodhimi i linjtit filloi më 1967. Të dy minierat e lartpërmendura gjenden në pjesën qendrore në veriperëndim të basenit të Kosovës. Ato kanë punuar vazhdimisht prej fillimit të tyre deri më tani duke përdorur sistemet kontinuele për eksplorim.

Kushtet teknologjike gjatë viteve 1990-1999 ishin keqësuar shumë, për arsye politike nëpër të cilën ka kaluar Kosova në atë kohë, mos investime kapitale, mos zhvillimim adekuat dhe shfrytëzimin irracional të pajisjeve.

1.2.3 Gjendja aktuale e minierave të linjtit

Pas luftës, minierat kanë filluar punën në kushte mjaft të vështira. Minierat ishin shfrytëzuar në mënyrë jo profesionale, pajisjet kryesore xehetare (PKX) të minierave ishin të vjetruara, pa mirëmbajtje të duhur dhe pa pjesë rezervë, pa pajisje ndihmëse dhe automjete dhe me kushte shumë të këqija teknologjike.

Në fillimin e periudhës së pasluftës, Agjencioni Evropian për Rindërtim dhe Banka Gjermane për Zhvillim, kfw, ndihmuan këtë sektor. Me angazhimin e ekspertëve dhe punëtorëve të KEK-ut gjatë këtyre viteve të fundit, prodhimi dhe kushtet teknologjike për çdo muaj janë duke u përmirësuar, gjë që e dëshmon edhe prodhimi i paraqitur në diagramin e figurës 1.4.

Tani në mihjen e re sipërfaqësore Sibovc jugperëndim (SJP), është bërë riparimi kapital i tre sistemeve të djerrinës, kurse në qymyr një linjë e qymyrit dhe një ekskavator. Fusha e Sibovcit përmban rreth 990 milionë tonë linjit rezerva gjeologjike, kurse rezerva eksplotabile janë 840 milionë tonë linjit. Mihja e Sibovcit jugperëndimor (SJP) me 123,4 milionë tonë linjit, që janë rezerva te mjaftueshme për furnizimin e termocentraleve ekzistuese “Kosova A” dhe “Kosova B” deri në vitin 2024, që është parashikim i jetëgjatësisë së këtyre termocentraleve.

Fusha e re e Sibovcit jugperëndimor është vazhdim i minierës së Bardhit në këndin jugperëndimor në fushën e Sibovcit. Nga studimi i fizibilitetit mbi zhvillimin e minierës së Sibovcit, punuar nga Vattenfall Europe Mining, është konstatuar se kostoja e nxjerrjes së linjtit nga miniera e re është ndër më të ultat në tërë Evropën, duke bërë që prodhimi i energjisë me linjtin kosovar të jetë shumë atraktiv për investitorë të huaj.

Rezervat eksplotabile të linjtit prej 840 milionë tonë qymyr në fushën e Sibovcit do të bëjnë të mundur ndërtimin e termocentralit me kapacitet (2000-2100) MWh. Miniera mund të furnizojë termocentralin me ngarkesë të plotë për tërë kohëzgjatjen e tij prej 40 vitesh. Tani, në kuadër të projektit Kosova e Re është paraparë ndërtimi i nje termocentrali prej 600 MW. Gjithashtu, kane filluar të ndërmerren hapa tjerë të rëndësishëm në modifikimin e bazës ligjore.

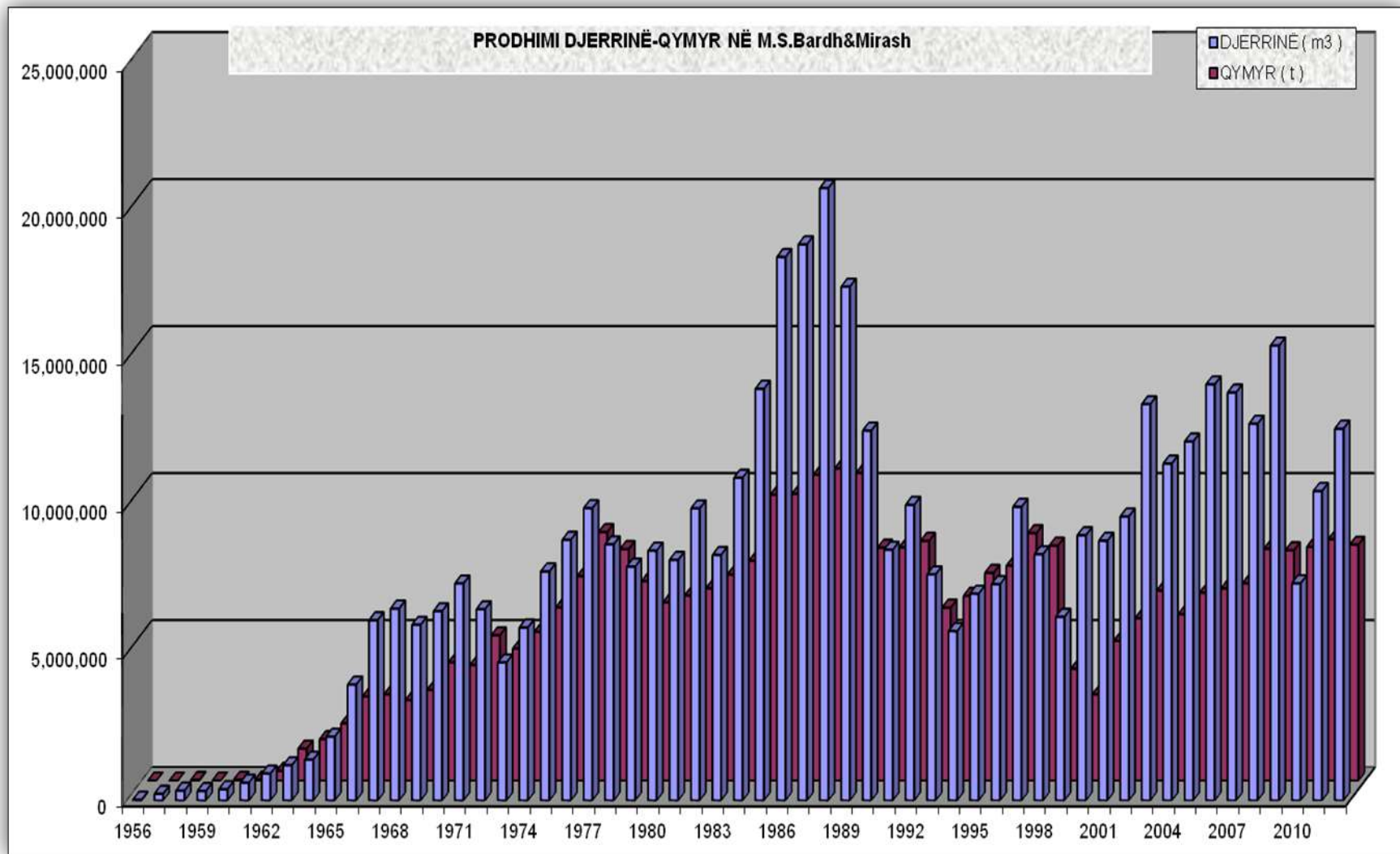


Figura 1.4 Prodhimi vjetor i djerrines dhe linjitit në Kosovë [burimi: KEK]

1.3 KAPACITETET GJENERUESE

Kapacitetet prodhuese të energjisë elektrike në Kosovë përbëhen nga dy termocentrale, TC Kosova A dhe TC Kosova B, të cilat mbulojnë rreth 98% të konsumit vendor, si dhe hidrocentrali HEC Ujmani me HEC-të e vogla distributive që përbëjnë rreth 3% të kapacitetit të përgjithshëm.

Në tabelën 1.1 të mëposhtme janë paraqitur kapacitetet e tyre të instaluar gjeneruese sipas llojit dhe vitit të futjes në operim.

Tabela 1.1 Kapacitetet gjeneruese në Kosovë(burimi: KEK)

Njësia gjeneruese	Viti i ndërtimit	Kapaciteti dizajnuar (Net) MW	Kapaciteti operativ (Bruto/Net) MW	Gjenerimi aktual 2012 (GWh/Net)
A1	1962	65	35/32	0
A2	1964	125	0/0	0
A3	1970	200	135/120	456
A4	1971	200	135/120	813
A5	1975	210	145/130	605
Total Kosova A		800	405/345	1,1874
B1	1983	339	290/265	1,454
B2	1984	339	280/265	1,926
Total Kosova B		678	570/525	3,380
HPP Ujmani/Gazivoda	1981	35	35/35	82
HPP Lumbardhi	1957/2005	8	8/8	27
Tjera të ripërtërishme			4	25
TOTAL		1525	1022/919	5,388

Siç shihet nga tabela 1.1, njësitet e TEC Kosova A janë të vjetërsuara (tashmë kanë kaluar jetëgjatësinë e tyre), me disponueshmëri të ulët dhe me probleme të shumta për shkak të moshës së tyre. Nga pesë njësi gjeneruese në TEC Kosova A, vetëm tre (A3, A4 dhe A5) janë në disponim për prodhim. Sipas strategjisë për energji, TC Kosova A do të duhej të dekomisionohej kur të jenë në prodhim njësitet e reja nga TEC Kosova e Re, apo t'i nënshtrohet rivitalizimit të plotë në ndërkohë, për të plotësuar kriteret e Bashkimit Evropian. Per momentin TEC Kosova A mbulon rreth 34% të prodhimit vendor. Pjesa tjetër mbulohet nga TEC e Kosoves B, të cilat janë në një gjendje më të mirë nga aspekti i operimit dhe disponueshmërisë, dhe kjo jo vetëm për shkak të moshës por edhe investimeve kapitale të kryera nga paslufta e sidomos nga viti 2007. Mirëpo edhe këto njësi duhet t'i nënshtrohen një revitalizimi për shkak të obligimeve që dalin nga direktiva e BE-së për përmbushjen e standardeve në aspektin ambiental e sidomos obligimet që dalin nga Direktiva për elektranat me djegie të mëdha (Large Combustion Plant Directive LCPD, 2001/80/EC). Ky revatilizim i TEC Kosova B është paraparë të ndodhë diku në vitin 2017/2018.

Projekti Kosova e Re është në fazën e përmbylljes së tenderimit. Ky projekt parasheh ndërtimin e një termoscentrali të ri përmes investimeve private, me dy njësi gjeneruese secila nga 300 MW.

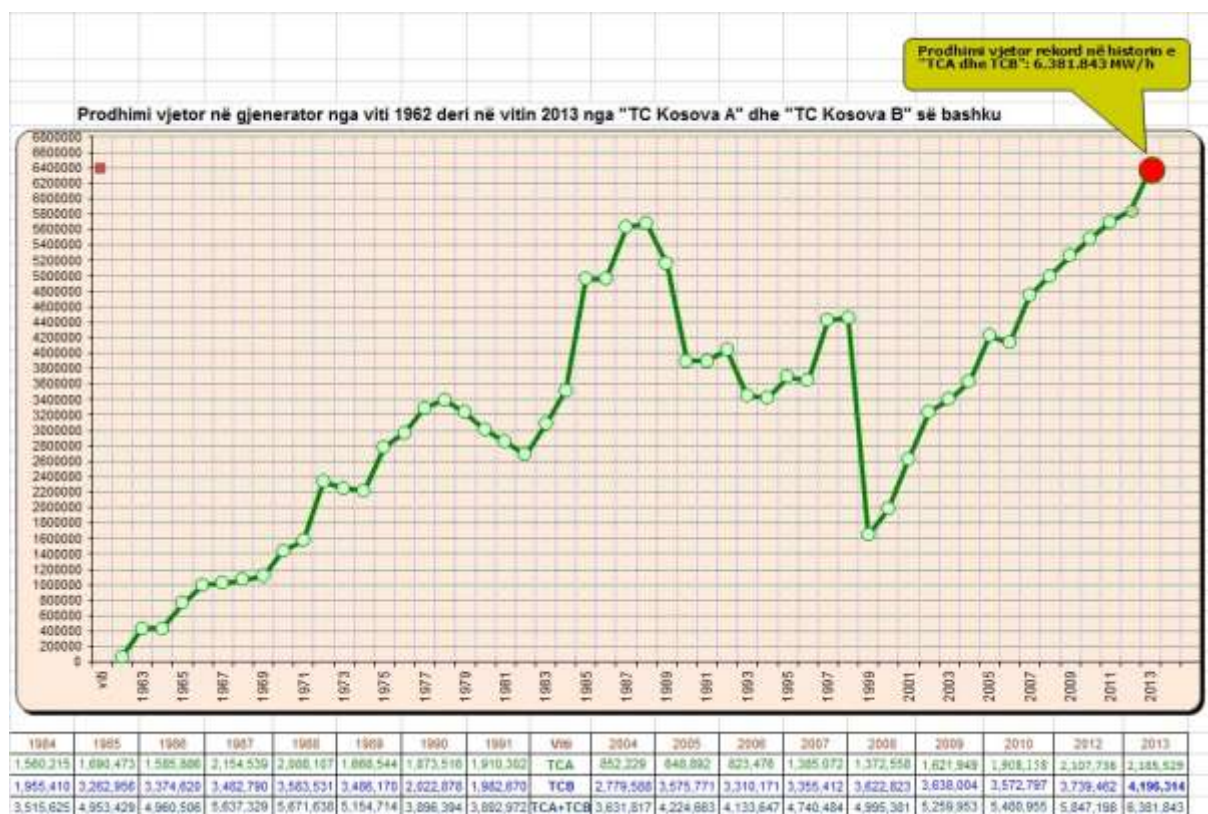


Figura 1.5 Prodhi i energjisë elektrike nga viti 1962 deri 2013 (burimi: KEK)

Nevojat e konsumit vendor nga njësitë ekzistuese mbulohen në masën prej 87%, derisa pjesa tjetër ($\approx 13\%$) e kërkesës për energji elektrike mbulohet nga importi nga jashtë vendit. Në këtë pjesë 98% e kërkesës mbulohet nga termocentralet Kosova A dhe Kosova B, ku TEC Kosova B mbulon përafërsisht 55% të kërkesës ndërsa pjesa tjetër nga TC Kosova A.

Gjate viteve të fundit, edhe përkundër vjetërsisë së objekteve, prodhimi i energjisë elektrike nga termocentralet pothuaj se është dyfishuar. Në figurën 1.5 është paraqitur një lakore e prodhimit të energjisë elektrike nga viti 1962 deri në vitin 2013 dhe përkundër vjetërsisë së njësive ekzistuese gjeneruese, shihet një rritje eksponenciale në 4 vitet e fundit. Përkundër kësaj, kërkesa nuk mund të mbulohet 100% nga prodhimi vendor, dhe rrjedhimisht mungesa mbulohet nga importi i energjisë nga jashtë vendit. Në figurën 1.6 më poshtë për ilustrim është paraqitur grafikisht pasqyra e prodhimit nga njësitë gjeneruese, energjia e importuar nga jashtë, dhe ajo e padërguar tek konsumatorët sipas viteve.

Kosova është një vend në zhvillim e sipër dhe ka një rritje mesatare të konsumit prej 6% në vit, që do të thotë se ndërtimi i njësive të reja gjeneruese është i pashmangshëm dhe shih për këtë, realizimi i projektit për ndërtimin e termocentralit Kosova e Re, është një ndër projektet më të rëndësishme për vendin por edhe me ndikim rajonal. Kjo për arsye se i gjithë rajoni vuan mungesën e burimeve të sigurta dhe të bollshme dhe pothuaj se të gjitha janë vende që mbi 35% të nevojave të tyre i mbulojnë nga importi. Ka iniciative edhe për ndërtime të HEC-ve të vogla, diku janë të identifikuar mbi 18 pika potenciale nëpër pjesë të ndryshme anekënd vendit.

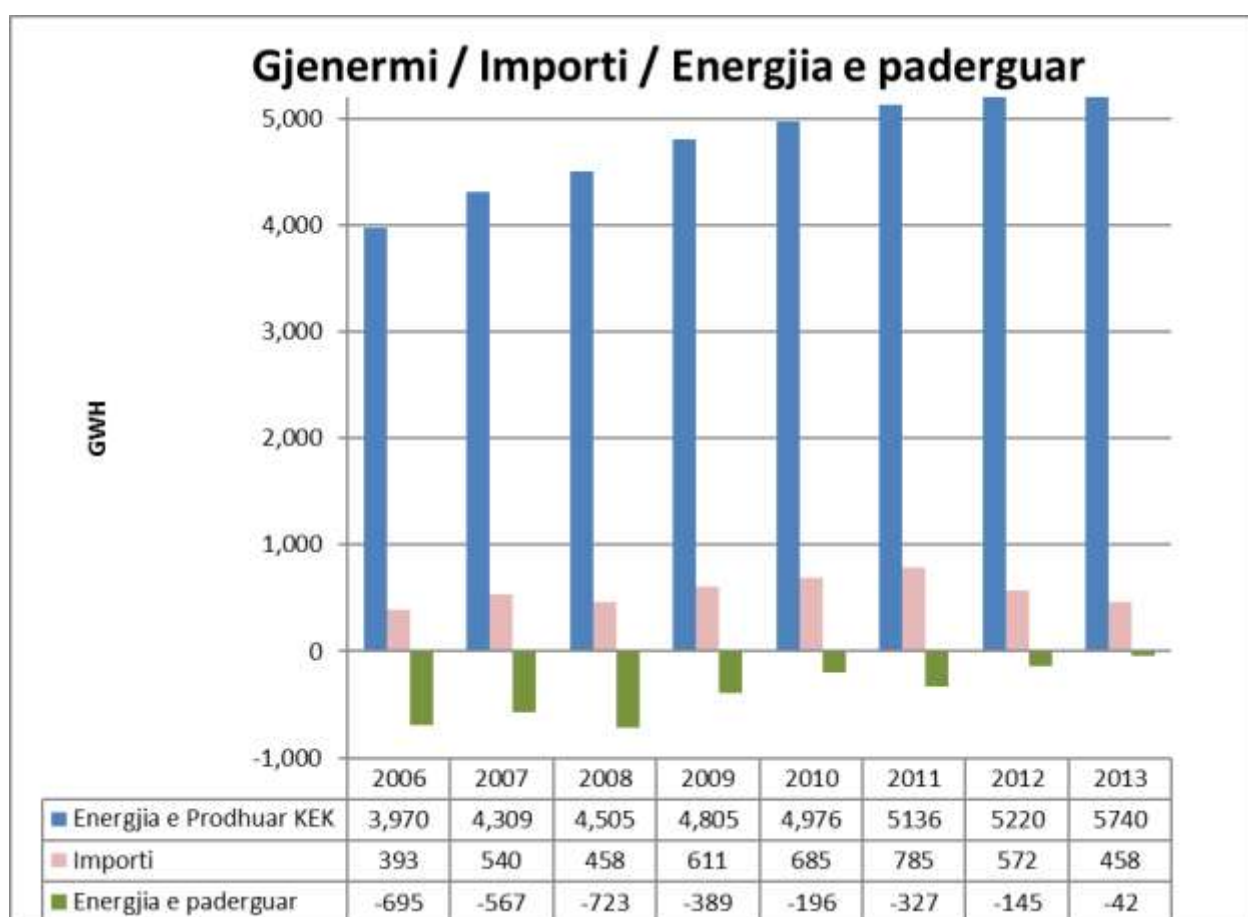


Figura 1.6 Prodhimi i energjisë elektrike, importi dhe energjia e pa dërguar te konsumatorët (burimi: KEK)

1.4 OPERATORI I SISTEMIT, TRANSMISIONIT DHE TREGUT (KOSTT) DHE FUNKSIONET E TIJ

Sistemi i Transmisionit ka rol të rëndësishëm në sigurinë e furnizimit dhe mbarëvajtjen e tërë sistemit elektroenergjetik. Rrjeti i Transmisionit të Kosovës paraqet një të rëndësishme që ndërlidhet me sistemin elektroenergjetik të rajonit dhe Evropës. Me vendet fqinje ekzistojnë lidhje interkonektive 400 kV, përveç me Shqipërinë me të cilën ekziston vetëm linja 220 kV. Në vitin 2014 ka filluar ndërtimi i linjës interkonektive 400 kV - NS Kosovë B – NS Kashar (Tiranë).

Sistemi i rrjetit të transmisionit menaxhohet nga Operatori i Sistemit të Transmisionit dhe Tregut (KOSTT sh.a.). KOSTT është ndarë nga KEK-u dhe është themeluar si kompani në vete më 1 korrik 2006, në pajtim me Traktatin e Komunitetit për Energji për Evropën Juglindore dhe operon përmes dy licencave të lëshuara nga Zyra e Rregullatorit të Energjisë (ZRRë), njëra për rregullat e tij si operator i transmisionit dhe i sistemit, dhe tjetra për rolin e tij si operator i tregut të energjisë elektrike. KOSTT është përgjegjës për planifikim, operim, mirëmbajtje dhe operim të sistemit të transmisionit duke ofruar qasje të hapur dhe jo-diskriminuese; për funksionimin e tregut të energjisë elektrike në të ardhmen, ofrimin e kushteve që inkurajojnë konkurrencë në Kosovë dhe bashkëpunimin me operatorët e transmisionit të vendeve fqinje për të mirë të Kosovës dhe rajonit. KOSTT është nën ombrellën e qeverisë. KOSTT është tërësisht i pavarur nga KEK-u. Tarifat e saj aprovohen nga ZRRë në nivelet e planifikuara për të mbuluar të gjitha kostot e kualifikuara.

KOSTT është përgjegjës për transmetimin e energjisë elektrike në formë të sigurt dhe të besueshme nga gjeneratorët tek sistemi i shpërndarjes gjatë gjithë kohës në pajtim me Kodin e Rrjetit dhe kodet e tjera teknike të aprovuara nga ZRrE. Gjithashtu, KOSTT është përgjegjës për mbajtjen e rezervave adekuate primare, sekondare dhe terciare. Për momentin, Kosova nuk ka rezervë terciare të kapacitetit të energjisë elektrike dhe kësaj KOSTT është i obliguar në kohë të caktuar të bëjë shkyçjen e ngarkesës për të mbajtur kështu balancin në sistem. Pritet që me rastin e futjes në punë të termocentralit të ri, 50% e kërkesës për rezervë terciare të mund të plotësohet.

Rrjeti i sistemit të transmissiionit të energjisë elektrike është i ndërlidhur me të gjitha sistemet fqinje në nivelin 400 kV, përveç me Shqipërinë, ku lidhja është vetëm në nivelin 220 kV. Aktivitetet për fillimin e ndërtimit të linjës së re të tensionit prej 400 kV me Shqipërinë janë duke u zhvilluar dhe ndërtimi i kësaj linje pritet të përfundojë deri nga mesi i vitit 2016. Gjatësia e tërësishme e linjave të bartjes (400 kV, 220 kV dhe 110 kV) është 1,187 km. Gjatë viteve të fundit janë bërë investime të konsiderueshme që kanë ndikuar në rritjen e kapaciteteve transmetuese, sigurisë dhe besueshmërisë së sistemit transmetues.

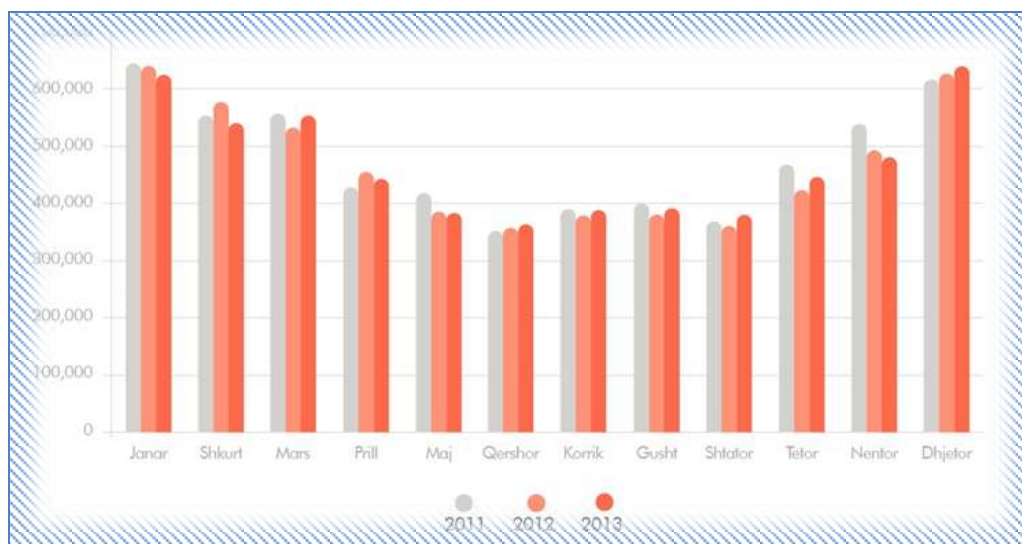


Figura 1.7 Konsumi bruto i Kosovës për vitet 2011-2013 [burimi: KOSTT]

Humbjet në transmissiion nga viti 2009 që ishin 3.31%, u zvogëluan në 1.32% në vitin 2012, në referencë me energjinë në hyrje të rrjetit të transmissiionit.

Në pajtim me ligjin mbi energjinë elektrike (2010), KOSTT, si operator i tregut, është përgjegjës për zhvillimin e dizajnit të tregut me pakicë të energjisë elektrike dhe hartimin e rregullave për implementimin e atij dizajni[6].

1.5 SHPËRNDARJA DHE FURNIZIMI ME ENERGJI ELEKTRIKE

Deri në maj të vitit 2013 ky sektor ishte nën përgjegjësinë dhe menaxhimin e KEK-ut, përderisa si përfundim i procesit të shthurjes ky sektor u privatizua dhe tani është nën pronësinë dhe menaxhimin privat dhe kompania quhet Kompania Kosovare për Distributim dhe Furnizim me Energji elektrike (KKDFE). Rrjeti i shpërndarjes ka në pronësi 625 km të rrjetit 35 kV. Rrjeti 10(20) kV është në gjatësi prej rreth 1260 km, 10 kV në gjatësi prej rreth

5744 km, 6 kV në gjatësi prej rreth 50 km dhe rrjeti 0.4 kV është në gjatësi prej rreth 11.905 km. Po ashtu, në pronësi të rrjetit të shpërndarjes janë 53 trafostacione nga niveli 35/10 kV deri në nivelin 6/0.4 kV dhe 7490 nënstatione 10/0.4 kV.

Në tre vitet e fundit para privatizimit janë përmirësuar dukshëm treguesit e performances, është bërë avancimi i pikës matëse dhe janë bërë investime mjaft të mëdha në rrjetin e shpërndarjes, të cilat kanë ndikuar në zvogëlimin e humbjeve teknike dhe komerciale. Trendi i zvogëlimit të humbjeve do të duhet të vazhdojë edhe në të ardhmen, bazuar në planifikimet e investimeve dhe zotimet e pronarit të ri se të njëjtat do të realizohen. Kështu, humbjet e energjisë elektrike në shpërndarje ndaj konsumit të përgjithshëm pritet të zvogëlohen nga 1539.50 GWh apo 33.77% që ishin në vitin 2012 në nivelin 778.27 GWh apo 16.9% në vitin 2017.

Zvogëlimi i humbjeve teknike do të vjen si rrjedhojë e investimeve që do të bëhen në rrjetin e shpërndarjes nga KKDFE, e po ashtu edhe zvogëlimi i humbjeve komerciale të cilat do të zvogëlohen duke treguar përkushtim më të madh nga KKDFE dhe përkrahje nga Qeveria.

Për shkak të situatës politike nëpër të cilën është duke kaluar vendi ynë, pritet që gjatë periudhës 2013 – 2014 do të definohen kufijtë energjetik (interkoneksionet) dhe mbi bazën e saj do të vendoset kontrolli i plotë i konsumit të energjisë elektrike në tërë territorin e Kosovës, me definim të qartë të rrjetit të distribucionit në pjesën veriore.

1.5.1 Faturimi dhe inkasimi

Faturimi dhe inkasimi i energjisë elektrike ka pasur rritje dhe kjo është arritur nga përkushtimi i KEK sh.a, reformat e ndërmarra në sektor, si dhe falë mbështetjes së dhënë nga Qeveria e Kosovës dhe palët e interesit. Niveli i këtyre dy komponenteve do të duhej të vazhdojë edhe në të ardhmen. Niveli i rritjes së energjisë së faturuar dhe inkasuar mund të shihet në tabelën e mëposhtme. Mbulimi i kërkesës me energji elektrike gjatë vitit 2012, është bërë nga prodhimi vendor, shkëmbimet dhe importi.

Shifrat e tabelës 1.2 si më poshtë janë të paraqitura edhe grafikisht në figurën 1.8. Që nga paslufta, sektori i energjisë vuante nga niveli i ulët i faturimit dhe inkasimit. Ndërsa nga viti 2008 këto probleme fillojnë të trajtohen seriozisht dhe nga tabela 1.2 dhe grafiku në figurën 1.8 shihet një rritje e faturimit dhe inkasimit, krejt kjo falë një reforme kuptimplotë dhe të suksesshme të ndërmarrë në kuadër të Korporatës Energjetike të Kosovës, duke adresuar drejt këto sfida por të cilat nuk janë të mjaftueshme pasi që niveli i humbjeve mbetet ende mjaft i lartë.

Tabela 1.2 Rrjedha e përgjithshme e energjisë, faturimi, inkasimi dhe humbjet(burimi: KEK)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Energjia Shper. tek Konsumatorët 110 KV	80	199	473	544	701	679	473
+ Energjia Shperndare ne Distribucion	3,924	4,134	4,255	4,530	4,657	4,789	4,889
= TOTAL Rrjedha e Energjise ne KEK	4,004	4,333	4,728	5,074	5,358	5,468	5,362
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Minus: Humbjet Teknike (Distrib.)	694	702	705	800	782	786	779
	18%	17%	17%	18%	17%	16%	16%
Minus: Energjia Shpernd. tek Minoritetet	229	326	427	327	185	214	211
	6%	8%	9%	6%	3%	4%	4%
Minus: Konsumi Intern	73	75	107	102	90	114	130
	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Minus: Energjia Faturuar	2,080	2,258	2,780	3,049	3,374	3,569	3,482
	52%	52%	59%	60%	63%	65%	65%
Barabarte me: Humbjet Komercale	928	972	709	796	927	785	760
	23%	22%	15%	16%	17%	14%	14%
Energjia Faturuar (Milions €)	130	145	178	197	202	221	233
Energjia Inkasuar (Milions €)	96	111	135	160	178	201	212
	74%	77%	76%	81%	88%	91%	91%

Gjatë kësaj kohe janë udhëhequr dhe janë implementuar projekte me rëndësi të veçantë ne sektorin e energjisë në Kosovë, duke rritur shërbimet ndaj konsumatorëve dhe përmirësuar saktësinë e pikës matëse tek pothuaj të gjitha kategoritë e konsumatorëve.

Hapat e ndërmarrë dhe transicioni i suksesshëm i KEK-ut ka mundësuar që kjo ndërmarrje, si përgjegjëse e sektorit deri ne vitin 2013, të shndërrohet nga një ndërmarrje që ka funksionuar me humbje në një ndërmarrje me profit.

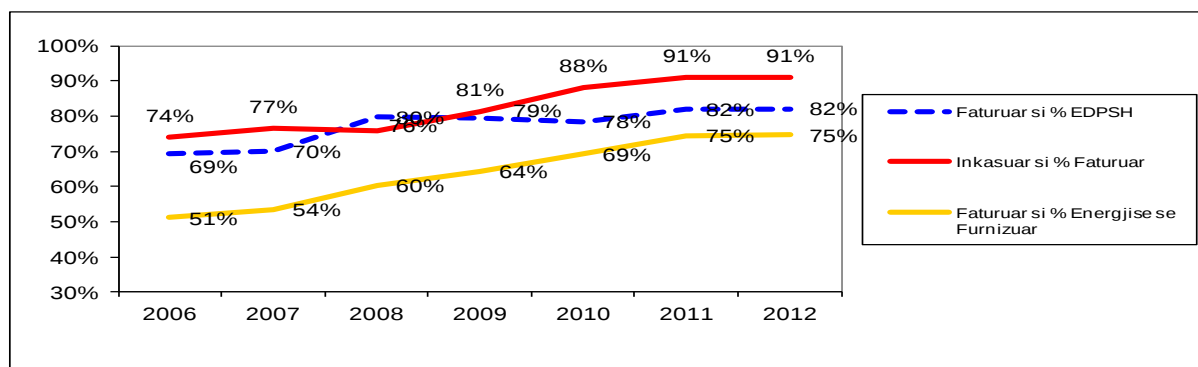


Figura 1.8 Rrjedha e përgjithshme e energjisë nga viti 2006 deri me 2012 (burimi: KEK)

Pra siç u përmend edhe më lartë, në kuadër të shthurjes së ndërmarrjes vertikalisht të integruar, Qeveria e Republikës së Kosovës përmes vendimeve nr. 04/36 dhe 03/38 ka urdhëruar shthurjen ligjore të KEK sh.a., ku është themeluar subjekti i ri ligjor KKDFE sh.a. dhe gjithashtu, është bërë privatizimi i subjektit të ri ligjor KKDFE-së sh.a. Konsorciumi Limak-Calik është shpallur fitues i tenderit për privatizimin e KKDFEE. Përmes këtij privatizimi është bërë një hap në zhvillimin e sektorit të energjisë duke synuar furnizimin e rregullt me energji elektrike dhe zvogëlim të humbjeve.

1.6 TREGU I ENERGJISË ELEKTRIKE [2]

Komisioni Evropian, si pjesë e projektit të tij për themelimin e një tregu të vetëm të përbashkët të energjisë elektrike, ka ndërmarrë një iniciativë që të mbështesë vendet e rajonit të Evropës Juglindore (EJL) në harmonizimin e politikave të tyre nacionale të energjisë dhe zhvillimin e një kornize të përbashkët rregullative me qëllim kryesor që të:

- Tërheq dhe ndihmojë investimet në sektorin e energjisë elektrike;
- Përmirësojë sigurinë e furnizimit dhe
- Përkrahë rritjen ekonomike.

Me 25 tetor 2005, Kosova nënshkroi Traktatin për themelimin e Komunitetit të Energjisë dhe me këtë u bë partner i barabartë në zhvillimin e Komunitetit të Energjisë, gjë që është e një rëndësie primare për zhvillimin ekonomik të Kosovës e që i mundëson asaj të eksploatojë rezervat e mëdha të linjitit dhe pozitën e saj të favorshme për shkëmbim të energjisë në rajonin e EJL.

Si pjesë e këtij procesi, Kosova paraprakisht ka miratuar legjislacionin primar për energjinë i cili përcakton të drejtat dhe obligimet e palëve në sektorin e energjisë elektrike për të siguruar furnizim të qëndrueshëm, të sigurtë, të besueshëm dhe kualitativ me energji elektrike. Ligji për Energjinë Elektrike përcakton rregullat e përbashkëta për gjenerim, transimion, shpërndarje, furnizim, import/eksport dhe transit të energjisë elektrike, për qasje në rrjet, për tregun e energjisë elektrike dhe përcakton përgjegjësitë dhe të drejtat e pjesëmarrëseve në treg.

Ministria përgjegjëse për energjetikë, në pajtim me Ligjin për Energjinë ka zhvilluar Strategjinë e Energjisë të Kosovës, e cila është strukturë e kombinuar e qëllimeve dhe principeve fundamentale me një plan fleksibil të implementimit duke marrë parasysh zhvillimet dhe planet kohore të nevojshme për të përmbushur objektivat e saja. Strategjia krijon kushte të mira për pjesëmarrjen e investitorëve privat në industrinë e energjisë elektrike në Kosovë.

Duke ditur nevojën për investime në sektorin e energjisë elektrike në Kosovë dhe pamjaftueshmërinë e burimeve ekzistuese për të plotësuar nevojat e furnizimit, Qeveria ka iniciuar një ristrukturim të mëtejshëm të industrisë së energjisë elektrike me qëllim të liberalizimit dhe rritjes së konkurrencës në tregun e energjisë elektrike.

Megjithatë, duke pasur parasysh gjendjen aktuale të vështirë të sektorit të energjisë elektrike në Kosovë, nuk mund të pritët që menjëherë të mbështesë hapjen e plotë të tregut konkurrues. Mungesa e investimeve nga e kaluara në rrjet; varësia nga importet me çmime të larta dhe besueshmëri të pasigurt; mungesa e kapaciteteve gjeneruese për të përmbushur kërkesën në rritje; niveli i lartë i papranueshëm i humbjeve jo-teknike; dhe mbi të gjitha, pozita e dobët financiare e pjesëmarrësve kryesorë në treg, tregojnë nevojën e zhvillimit të një tregu të përkohshëm (kalimtar) – i cili megjithatë do të jetë atraktiv për investitorët privat në prodhimin e energjisë, shpërndarje dhe furnizim, i cili do të rrisë transparencën dhe do të përcaktojë çmimin e tregut dhe i cili ka qëllim të zhvillohet drejt objektivave afatgjata të Qeverisë.

Duke marrë parasysh hierarkinë e dokumenteve legale, dizajni i propozuar duhet të jetë në përputhje me Ligjet dhe Strategjinë e Energjisë. Rrjedhimisht, dizajni duhet të akomodojë marrëveshjet e propozuara komerciale për të tërhequr investimet e jashtme të nevojshme për zhvillimin e sektorit të energjisë elektrike në Kosovë. Dizajni paraqet një

vizion më afatgjatë të strukturës së tregut. Rregullat e Tregut që do të kenë për bazë këtë dokument do të jenë kalimtare për nga natyra dhe do të përfshijnë realitetet afatshkurtra teknike dhe komerciale në sektor.

1.6.1 Struktura e Tregut

Dizajni i Tregut të energjisë elektrike do të paraqet një treg bilateral në të cilin pjesëmarrësit e licencuar blejnë dhe shesin energji për të mundësuar një sistem energjetik të balancuar. Tregu është i shoqëruar me një mekanizëm balancues në të cilin OST si licencuar nga Zyra e Rregullatorit për Energji Elektrike (ZRRE), pranon oferta për blerje dhe shitje të energjisë për të menaxhuar diferencat e rrjedhave të cilat nuk janë të mbuluara me kontrata bilaterale. Kohët e fundit janë marrë hapa serioz për hapjen e tregut dhe jetësimin e tij në tërësi.

Dizajni i tregut do të akomodojë një shumëllojshmëri të kontratave bilaterale. Më poshtë në figurën 1.9 janë përmbledhur supozimet e bëra lidhur me këto marrëdhënie në mënyrë që të amandamentohen Rregullat e Tregut:

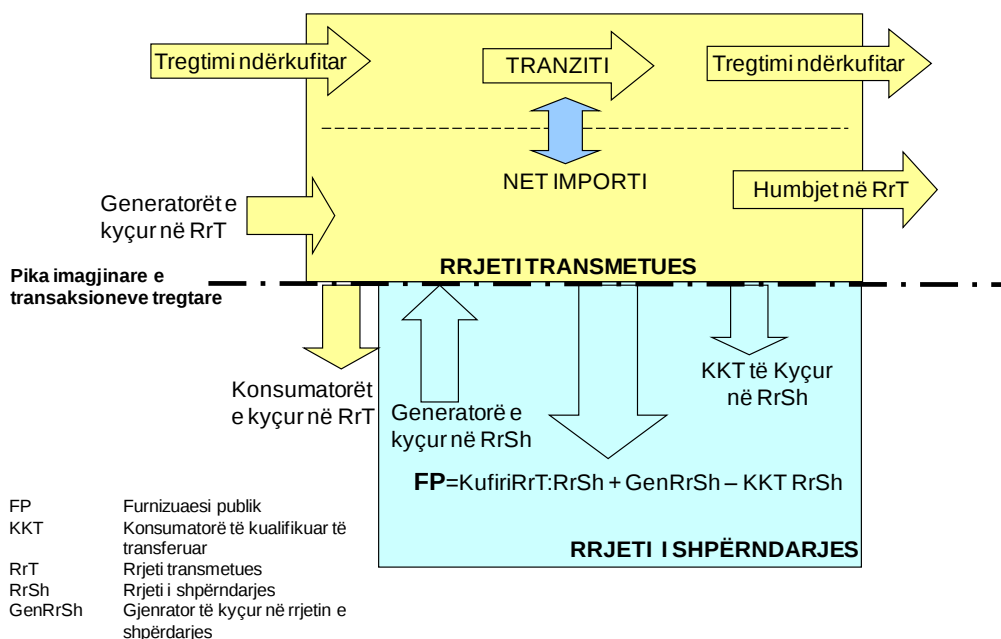


Figura 1.9 Rrjedhat Fizike në Sistemin e Kosovës

KEK-u, si gjenerator i licencuar do të vazhdojë të ketë në pronësi njësitë e TC Kosova A dhe njësitë e Kosova B, dhe do të ketë tarifa të rregulluara të miratuara nga ZRRE. Sipas këtyre kontratave KEK do t'i shes kapacitetet dhe energjinë furnizuesit privat (FP), sipas një kontrate bilaterale, në pajtim me Nenin 7 dhe 8 të Ligjit për Energjinë Elektrike. Furnizuesi publik (FP) do të furnizojë të gjithë konsumatorët e Pa-kualifikuar dhe gjithashtu mund të furnizojë edhe Konsumatorët e Kualifikuar. Kur furnizon Konsumatorët e Kualifikuar kjo mund të bëhet me tarifë të rregulluar dhe tarifë jo të rregulluar.

Investitorët për termocentralin Kosova e Re do të kenë kontrata bilaterale ndërmjet kompanisë së tyre të projektit që do të jetë gjenerator i licencuar, dhe furnizuesit publik (FP) në pajtim me Nenin 8 të Ligjit për Energjinë Elektrike. Këto kontrata bilaterale priten të marrin formën e marrëveshjeve për blerjen e energjisë (MBE). Sipas MBE, FP do të blejë

kapacitetin e vënë në dispozicion dhe energjinë e dispeçuar nga Kosova B dhe njësive të TCKR.

Ndërmarrja në pronësi shtetërore, gjithashtu një gjenerator i licencuar, e cila ka në pronësi hidrocentralin Ujmani (Ibër Lepenc) do të ketë kontrata bilaterale të rregulluara me FP për kapacitetin dhe energjinë e prodhuar nga centrali i Ujmanit në pajtim me Nenin 7 dhe 8 të Ligjit për Energjinë Elektrike. Në një të ardhme, burimet e reja të ripërtërishme (p.sh. njësitë me erë dhe njësitë e vogla hidrike etj) do të programohen të operojnë në bazë të parimit “duhet të punojë sa herë të jetë e mundur” dhe energjia e tyre i shitet FP sipas kushteve të përshkruara në “Rregullat për Mbështetjen e Energjisë elektrike për të cilën është lëshuar një Certifikatë e Origjinës dhe Procedurat për Pranimin në Skemën Mbështetëse” të nxjerrë nga ZRrE.

Importuesit dhe Eksportuesit mund të importojnë ose eksportojnë energji nëpërmjet interkoneksioneve me vendet fqinje varësisht nga disponueshmëria e kapacitetit interkonektiv. Brenda Kosovës, ata do të lidhin kontrata bilaterale me Gjeneratorët dhe Furnizuesit në mënyrë që të blejnë dhe shesin këtë energji. Nuk pritet që çmimet e kontratave bilaterale të miratohen nga rregullatori pasi që ato do të jenë të bazuara në tregtimet me shumicë të realizuara në tregjet jashtë Kosovës. Ka gjasa që këto tregtime do të përmbajnë një çmim të vetëm për kapacitetin dhe energjinë.

Kur prodhimi vendor nuk është i mjaftueshëm, FP ka të drejtë që vet të bëjë importimin e energjisë elektrike. KEK do të ketë edhe rolin specifik të Importuesit të përcaktuar në Ligjin për Energjinë Elektrike në mënyrë që të realizojë importe shtesë kur prodhimi vendor nuk është i mjaftueshëm për të mbuluar obligimet e shërbimit publik të FP në pajtim me Nenin 38 të Ligjit për Energjinë Elektrike ndërsa nuk ka ndonjë obligim specifik ligjor për asnjë palë për eksporte kur prodhimi vendor kalon kërkesën vendore.

Konsumatorët e Kualifikuar (aktualisht konsumatorët jo-shtëpiak dhe nga 2015 të gjithë konsumatorët) do të kenë mundësinë që të ushtrojnë të drejtat e Konsumatorëve të Kualifikuar sipas DTEEK. Konsumatorët e Kualifikuar mundë të transferohen te Furnizues i ri.

Furnizuesit që do të aderojnë, do të jenë të lirë të lidhin kontrata bilaterale me Gjeneratorë ose Furnizues tjerë në Kosovë, të importojnë ose eksportojnë energji sipas kontratave bilaterale me Importuesit dhe Eksportuesit në mënyrë që të furnizojnë konsumatorët e kualifikuar (KK) me të cilët kanë lidhur kontratë bilaterale.

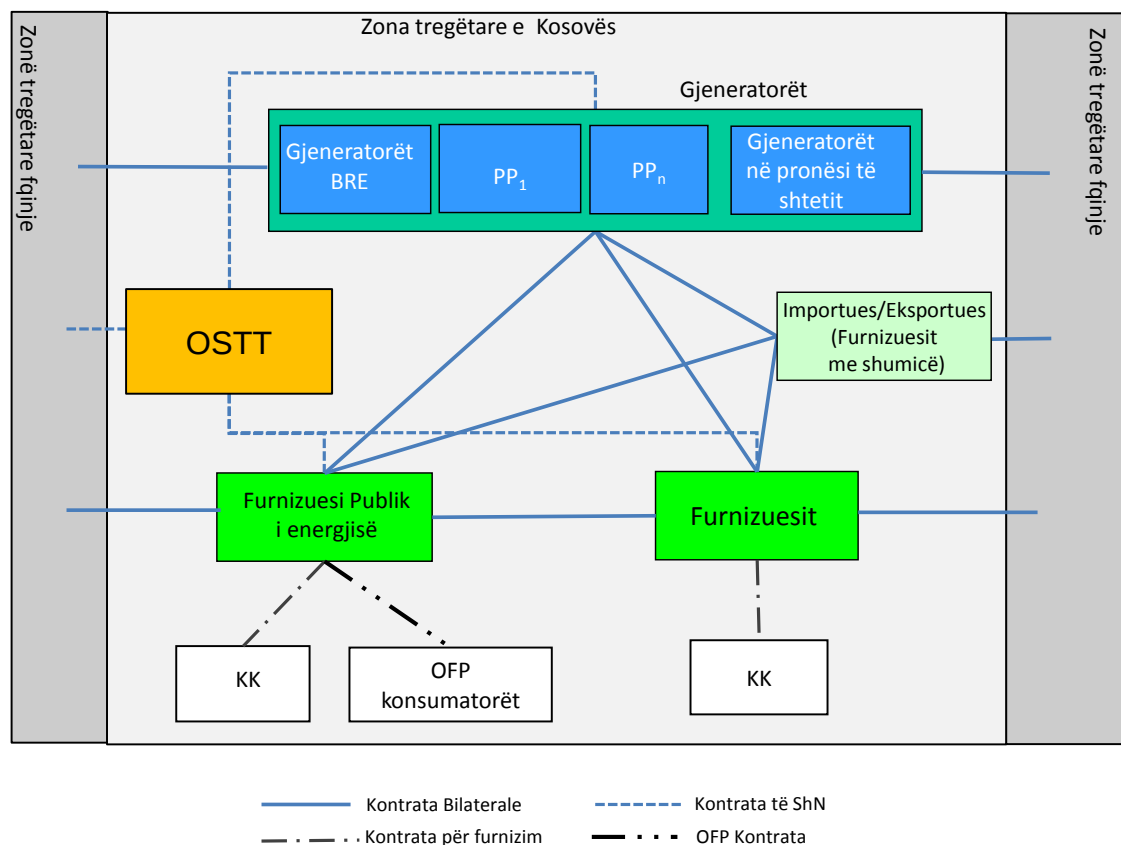


Figura 1.10 Marrëdhëniet Kontraktuese ndërmjet Pjesëmarrësve të Tregut

Konsumatorët mund të shfrytëzojnë njehsorët interval (matje për çdo orë) dhe jo interval. Duke pasur parasysh investimet e vazhdueshme në teknologjinë për matje në Kosovë, pritet që pikat matëse të kyçura në nivelin e tensionit 10 kV e më lartë do të shfrytëzojnë njehsorë interval, edhe pse nuk ekziston një kërkesë e tillë. Rregullat e Tregut nuk do të kenë nevojë që në ditën 1 të implementimit të tyre të përballen me Konsumatorë të Kualifikuar që janë transferuar dhe shfrytëzojnë njehsorë jo-interval. Në fazat e hershme të tregut, sipas të gjitha gjasave do të transferohen konsumatorët që tashmë kanë njehsorë interval.

Pasi disa nga obligimet sipas Ligjit janë të lidhura me kërkesën për energji (ngarkesën) të Konsumatorëve të Kualifikuar, është e preferuar të bëhet regjistrimi i transferimit të tyre te një Furnizues tjetër.

Furnizuesi Publik (FP) mund të merr përsipër obligimet për pagesë të kapacitetit sipas marrëveshjes për blerje të energjisë ose marrëveshjeve tjera të ngjashme. Neni 18.12 i Ligjit për Energjinë Elektrike thekson, “Zyra e Rregullatorit të Energjisë do të sigurojë që aftësia e furnizuesit publik për përmbushjen e detyrimeve të pagesës ndaj një prodhuesi sipas një marrëveshje për blerjen e energjisë elektrike të mos zvogëlohet në rast se konsumatorët e kualifikuar vendosin të furnizohen nga furnizuesit e tjerë aktiv në tregun konkurrues. Për këtë qëllim Zyra e Rregullatorit të Energjisë mund të krijojë mekanizma, siç është mekanizmi për lëshimin e energjisë elektrike i përcaktuar në nenin 25 të Ligjit për Energji Elektrike”.

Dizajni i Tregut është krahasuar me modele të tjera të mundshme për plotësimin e kërkesave të parashtruara në Artikullin 25 të Ligjit, duke përfshirë programin lehtësues i cili mundëson inkorporimin e këtyre mekanizmave edhe pse vendimi përfundimtar për mekanizma të ngjashëm mbetet përgjegjësi e ZRRë.

Dizajni i Tregut do të akomodojë një shumëllojshmëri të kontratave bilaterale:

- KEK-u si gjenerator i licencuar do të vazhdojë të ketë në pronësi njësitë e TC Kosova A dhe njësitë e TC Kosova B;
- Furnizuesit Publik (FP) do të furnizojë të gjithë konsumatorët e pa-kualifikuar dhe gjithashtu mund të furnizojë edhe konsumatorët e kualifikuar;
- Investitorët për TC Kosovën e Re do të kenë kontrata bilaterale ndërmjet kompanisë së tyre që do të jetë gjenerator i licencuar, dhe Furnizuesit Publik (FP). Këto kontrata bilaterale pritet të marrin formën e marrëveshjeve për blerjen e energjisë (MBE);
- HC Ujmani (Ibër Lepenc) do të ketë kontrata bilaterale të rregulluara me FP për kapacitetin dhe energjinë e prodhuar;

Importuesit dhe eksportuesit mund të importojnë ose eksportojnë energji nëpërmjet interkoneksioneve me vendet fqinje varësisht nga disponueshmëria e kapacitetit interkonektiv. Brenda Kosovës, ata do të lidhin kontrata bilaterale me gjeneratorët dhe furnizuesit në mënyrë që të blejnë dhe shesin këtë energji.

Konsumatorët e kualifikuar (aktualisht konsumatorët jo-shtëpiak, dhe nga 2015 të gjithë konsumatorët) do të kenë mundësinë që të ushtrojnë të drejtën të zgjedhin furnizuesin sipas DTEEK. Konsumatorët e kualifikuar mund të transferohen te furnizues i ri.

Të gjitha këto marrëdhënie kontraktuese ndërmjet pjesëmarrësve në treg dhe të shpjeguar më lartë, janë paraqitur figurativisht të përmbledhura në figurën 1.9.

1.6.2 Tregu rajonal i energjisë elektrike

Kosova është njëra prej tetë palëve aktuale nënshkruese të traktatit i cili ka mundësuar themelimin e Komunitetit për Energji në vitin 2005. Vendet e tjera nënshkruese janë Shqipëria, Bosnja e Hercegovina, Kroacia, Maqedonia, Mali i Zi, Moldavia (e cila është bashkuar në vitin 2010) dhe Serbia. Bullgaria dhe Rumania kanë qenë Palë Kontraktuese por statusi i tyre ka ndryshuar në Pjesëmarrës me rastin e futjes së tyre në BE në vitin 2007.

Ky traktat i obligon Palët Kontraktuese të implementojnë *acquiscommunautaire* për energji; *acquiscommunautaire* për mjedis; Direktivën 2001/77/EC mbi energjinë e ripërtërishme (nxitja e energjisë së prodhuar nga burimet e ripërtërishme); Direktiva 2003/30/EC (nxitja e përdorimit të bio lëndës apo lëndëve tjera të ripërtërishme për transport); Direktiva 2003/45/EC në lidhje me rregullat e përbashkëta për tregun e brendshëm në gazin natyral; dhe Rregullorja 1228/2003/EC mbi kushtet për qasje në rrjet për shkëmbimet ndërkufitare të energjisë elektrike. Rregullatorët nacional marrin pjesë në Bordin Rregullator të Komunitetit për Energji (ECRB). ECRB jep këshilla për Këshillin e Ministrave dhe për Grupin e Lartë Permanent (PHLG) mbi rregullat obliguese, teknike dhe rregullative si dhe jep rekomandime në lidhje me kontestet ndërkufitare mes rregullatorëve.

Sektori i energjisë elektrike në Evropën juglindore karakterizohet me treg të vogël por në shumë raste një treg me një rritje të shpejtë. Tregjet në këtë pjesë të Evropës dallojnë për nga madhësia e konsumit, e që sillet prej 5.4 TWh në Kosovë deri në 26 TWh në Serbi. Tetë

Anëtarët Kontraktues, marrë në total, pothuajse të gjitha vendet janë net importues të të energjisë elektrike gjatë viteve të fundit, ku prej tyre vetëm Bosnja e Hercegovina është net eksportues.

1.7 RREGULLAT E TREGUT [3]

Në mënyrë që një treg të funksionoj, Palët Tregtare duhet të jenë në gjendje të tregtojnë energji elektrike në një ambient ku energjia elektrike fizikisht mund të menaxhohet në mënyrë të sigurt nga Operatori i Sistemit të Transmisionit (OST). Në Rregullat e Tregut përshkruhet mënyra se si Palët mund të tregtojnë me njëra tjetrën dhe mënyra se si këto Palë do të ndërveprojnë me OST me qëllim të menaxhimit të balancit fizik të sistemit.

Objektivat e Rregullave të Tregut janë:

- (a) përmbushja efikase e detyrave me të cilat OT obligohet nga Licenca e tij;
- (b) mbështetja e operimit eficient të Rrjetit të Transmisionit nga Operatori i Sistemit të Transmisionit;
- (c) promovimi i konkurrencës efikase në prodhim, tregtim dhe furnizim me energji elektrike, si dhe implementimin dhe menaxhimin efikas të Balancimit dhe Barazimit Përfundimtar ashtu siç përshkruhet në Rregullat e Tregut;
- (d) promovimi i shfrytëzimit të burimeve të ripërtëritshme të energjisë elektrike.

1.7.1 Fushëveprimi

Në mënyrë që një treg të funksionoj, Palët Tregtare duhet të jenë në gjendje të tregtojnë energji elektrike në një ambient ku energjia elektrike fizikisht mund të menaxhohet në mënyrë të sigurt nga Operatori i Sistemit të Transmisionit (OST). Në Rregullat e Tregut përshkruhet mënyra se si Palët mund të tregtojnë me njëra tjetrën dhe mënyra se si këto Palë do të ndërveprojnë me OST me qëllim të menaxhimit të balancit fizik të sistemit.

Kushtet kryesore sipas të cilave OST do të operojë sistemin janë dhënë në Kodin e Rrjetit. Rregullat e Tregut duhet të jenë në pajtueshmëri me Kodin e Rrjetit dhe Kodin e Matjeve.

Sipas Nenit 24.6 të Ligjit për Energjinë Elektrike Rregullat e Tregut janë cilësuar si përgjegjësi e OT.

Rregullat e Tregut përshkruajnë përgjegjësitë e Palëve për proceset vijuese:

- (e) mirëmbajtjen e shënimeve për të gjitha transaksionet kontraktuale të dakorduara në treg;
- (f) proceseve të Barazimit Përfundimtar si dhe njoftimin e pjesëmarrësve në treg për këto procese;

-
- (g) pranimin e informatave nga OST në lidhje me ndryshimet e nevojshme në Barazim Përfundimtar duke u bazuar në kapacitetet teknike si dhe në situatat e jashtëzakonshme në Rrjetin Transmetues ose në Rrjetin e Shpërndarjes;
 - (h) instalimin e pajisjeve komunikuese dhe platformave për operim të tregut dhe Barazim Përfundimtar;
 - (i) publikimin e të dhënave dhe informatave të tregut.
 - (j) menaxhimin e proceseve për transferimin e Konsumatorëve të Kualifikuar tek një Furnizues tjetër dhe lehtësimin e aderimit në treg të Furnizuesve të ri;
 - (k) organizimin e ankandeve, alokimit dhe tregtimit të Kapaciteteve Interkonektive të Kosovës për ato Palë që dëshirojnë të bëjnë tregti ndërkufitare;
 - (l) operimin e Mekanizmit Balancues për ti mundësuar OST balancimin e sistemit para dhe në kohë reale;
 - (m) llogaritjen e jobalanceve, çmimeve të jobalanceve dhe lëshimin e faturave gjegjëse;
 - (n) nominimin e parametrave fizik të gjenerimit, konsumit, Ofertave për Blerje dhe Ofertave për Shitje të energjisë, për ti mundësuar OST menaxhimin e sistemit në kohë reale; dhe
 - (o) prokurimin, kontraktimin dhe pagesat për Shërbimet Ndhmëse.

1.7.2 Palët dhe Llogaritë [3]

Palët në Rregullat e Tregut

Pala është një person juridik, që sipas Marrëveshjes Kornizë të Rregullave të Tregut apo Marrëveshjes për Aderim në Rregullat e Tregut është e obliguar të zbatojë Rregullat e Tregut.

Para aderimit në Rregullat e Tregut, Një Palë duhet të ketë Licencë në përputhje me Ligjin për një ose më shumë Funksione Pjesëmarrëse (që do të aplikohet për atë Palë kur kryen funksionin përkatës, por nuk përjashtohet mundësia që e njëjta Palë mund të kryejë edhe aktivitete tjera sipas ndonjë Funksioni Pjesëmarrës tjetër që ata kanë të drejtë të kryejnë) si në vijim:

- (a) OT, do të jetë përgjegjës për organizimin dhe administrimin e tregtimeve të energjisë elektrike para kohës reale dhe proceseve pas kohës reale të Barazimit Përfundimtar ndërmjet të gjitha palëve në Rregullat e Tregut. Veçanërisht, OT nuk do të tregtojë dhe nuk do të regjistrohet si pronar i energjisë ose kapaciteteve gjeneruese por do të:

- I. menaxhojë procesin e Aderimit në Rregullat e Tregut për të gjitha Palët;

-
- II. mirëmbajtje Llogaritë e rrjedhave të energjisë dhe pagesave në emër të Palëve Tregtare dhe OST;
 - III. menaxhojë procesin e Barazimit Përfundimtar, duke përfshirë edhe kalkulimin e jobalanceve të energjisë dhe çmimeve (duke përfshirë, ku aplikohen, Çmimet e Rregulluara Relevante);
 - IV. lëshojë fatura dhe inkasojë paratë që u janë borxh ose që i kanë borxh Palët Tregtare sipas kushteve në Rregullat e Tregut;
 - V. menaxhojë proceset e Modifikimit të Rregullave të Tregut;
 - VI. ofrojë informatat e tregut në përputhje me dispozitat e Rregullave të Tregut;
 - VII. themelojë AAM për procesimin e Të Dhënave Matëse që grumbullohen nga Sistemet Matëse të kyçura në Sistemin e Transmisionit ose Sistemin e Shpërndarjes para përdorimit të tyre në kalkulimet e Barazimit Përfundimtar; dhe
 - VIII. realizojë të gjitha funksionet tjera që i janë caktuar në Rregullat e Tregut;

(b) OST, do të jetë përgjegjës për Balancimin fizik të Sistemit të Transmisionit.

Në veçanti OST do të:

- I. operojë Sistemin e Transmisionit në përputhje me kushtet e Kodit të Rrjetit;
- II. blejë ose shesë energji dhe shërbimet ndihmëse (Humbjet në Transmision, energjinë Balancuese, energjinë për Programin e Kompensimit dhe Rezervat);
- III. mbajtë Llogarinë për devijimet e paqëllimshme në Interkonektor dhe kompensimin e tyre;
- IV. parashikojë konsumin e sistemit të cilin ua komunikon të gjithë pjesëmarrësve tjerë në treg;
- V. dorëzojë OT të gjitha të dhënat e kërkuara për nevojat e Barazimit Përfundimtar;
- VI. kryejë të gjitha detyrat tjera që i janë caktuar në Rregullat e Tregut;
- VII. përveç si theksohet në paragrafin (b)(ii), OST nuk do të tregtojë ose nuk do të regjistrohet si pronar i energjisë ose kapaciteteve gjeneruese; dhe
- VIII. shfrytëzojë OT si agjent të vet për Barazimin Përfundimtar financiar për kontratat e shërbimeve të OST dhe inkasimin e të hyrave nga tarifat;

(c) OSSh (të), do të jenë përgjegjës për menaxhimin e Sistemit të Shpërndarjes dhe sigurimin e informatave për regjistrimin e Sistemeve Matëse dhe Leximeve të Njehsorëve dhe në veçanti do të:

-
- I. menaxhojnë Sistemin e Shpërndarjes në përputhje me kushtet e Kodit të Shpërndarjes;
 - II. blejnë energji për mbulimin e Humbjeve në Shpërndarje; dhe
 - III. dorëzojnë OT të gjitha të dhënat që kërkohen për nevoja të Barazimit Përfundimtar;
- (d) Prodhuesit (përveç atyre që operojnë si Njësi Gjeneruese BRE), do të jenë Palë Tregtare dhe do të kenë një Llogari të Injektivit për regjistrimin e Nominimeve Kontraktuale, Energjisë së Matur dhe pagesave si rezultat i Barazimit Përfundimtar. Në veçanti Prodhuesit do të:
- I. operojnë në përputhje me kodet teknike relevante (Kodin e Rrjetit, Kodin e Shpërndarjes dhe Kodet e Matjes);
 - II. nominojnë prodhimin e tyre në përputhje me Kodin e Rrjetit (Kodi i Planifikimit Operativ, Neni 4) dhe nenin 11.1 të Rregullave të Tregut;
 - III. nominojnë tek OT dhe tek OST, sasinë e energjisë që do ta tregtojnë me Palët Tregtare në përputhje me nenin 11.2;
 - IV. dorëzojnë Ofertat për Blerje dhe Ofertat për Shitje në Mekanizmin Balancues;
 - V. dorëzojnë informatat për leximet e njehsorëve për të gjithë energjinë elektrike të dorëzuar në Sistemin e Transmisionit ose Sistemin e Shpërndarjes nga stabilimentet e tyre dhe nuk do të liferojnë energji elektrike në Sistemin e Transmisionit apo në Sistemin e Shpërndarjes jashtë dispozitave të Rregullave të Tregut. (Leximet e njehsorëve do të dorëzohen nga ana e Operatorit relevant të Rrjetit që vepron si agjent i Palës); dhe
 - VI. kryejnë të gjitha obligimet tjera që parashtrihen në Rregullat e Tregut;
- (e) Pronarët e Njësive Gjeneruese BRE, që nuk do të jenë Palë Tregtare, dhe Njësitë Gjeneruese BRE e të cilëve do të jenë të regjistruara nga Furnizuesi Publik në Llogarinë Dalëse do të:
- I. Dorëzojnë parashikimin e prodhimit për orë tek Furnizuesi Publik për dorëzimin tek OT si Nominim Fizik;
 - II. Kryejnë të gjitha obligimet tjera siç janë përcaktuar në RrT.
- (f) Furnizuesit, do të jenë Palë Tregtare dhe do të kenë një Llogari Dalëse për regjistrimin e Nominimeve Kontraktuale, Energjisë së Matur dhe pagesave si rezultat i Barazimit Përfundimtar. Në veçanti, Furnizuesit do të:
- I. bëjnë kontrata me Konsumatorë dhe do të jenë përgjegjës për energjinë elektrike të dhënë nëpërmjet Njehsorëve të Furnizimit të kyçur në Sistemin e Transmisionit ose Sistemin e Shpërndarjes dhe të regjistruar në Llogaritë Dalëse të tyre;
 - II. operojnë në përputhje me kodet teknike relevante (Kodin e Rrjetit, Kodin e Shpërndarjes dhe Kodet e Matjes);
 - III. nominojnë tek OT dhe tek OST konsumin e energjisë për Konsumatorët e tyre në përputhje me nenin 11.1;
-

-
- IV. nominojnë tek OT dhe tek OST sasinë e energjisë që do të tregtohet me Palët Tregtare në përputhje me nenin 11.2;
- V. dorëzojnë leximet e njehsorëve për gjithë energjinë e marrë në këta Njehsorë. Në rastin e Furnizuesit Publik, energjia elektrike e konsumuar nga Konsumatorët e Kualifikuar duhet të paraqitet ndaras nga konsumi i Konsumatorëve Jo-të Kualifikuar (leximet e njehsorëve do të dorëzohen nga Operatorët e Rrjetit përkatës që veprojnë si agjent të Palës); dhe
- VI. kryejnë të gjitha obligimet tjera që janë parashtruar në Rregullat e Tregut;
- (g) Furnizuesit me Shumicë (Importuesit/Eksportuesit) dhe Tregtarët Ndërkufitar të cilët për qëllime të Rregullave të Tregut mund të kenë Funksionet Pjesëmarrëse si:
- I. Furnizues me Shumicë (që gjithashtu mund të inkorporojë Funksionin Pjesëmarrës si Tregtar Ndërkufitar), do të jenë Palë Tregtare dhe do të kenë një Llogari të Injektivit ose një Llogari Dalëse për regjistrimin e Nominimeve Kontraktuale dhe pagesave për Barazimin Përfundimtar financiar. Në veçanti, Furnizuesit me Shumicë do të:
- (i) nominojnë një ditë para (D-1) tek OT dhe OST sasinë e energjisë që duhet të tregtohen në ditën D me Palët tjera Tregtare në përputhje me nenin 11.2; dhe
- (ii) kryejnë të gjitha obligimet tjera të parashtruara në Rregullat e Tregut; dhe/ose
- (h) Tregtarët Ndërkufitar do të jenë Palë Tregtare, që për qëllim të Barazimit Përfundimtar financiar si Njësi Balancuese Ndërkufitare, do të kenë një Llogari të Injektivit për import të energjisë dhe Llogari Dalëse për eksport të energjisë ku do të bëhet regjistrimi i energjisë dhe pagesave në bazë të Nominimeve Kontraktuale dhe Nominimeve Fizike. Në veçanti, Tregtarët Ndërkufitar do të:
- (i) nominojnë një ditë para (D-1) tek OT dhe OST sasinë e energjisë që duhet të importohet ose eksportohet fizikisht në interkoneksione dhe që është tregtuar me Palët tjera Tregtare në Kosovë për ditën D në përputhje me nenin 10; dhe
- (ii) kryejnë të gjitha obligimet tjera që janë parashtruar në Rregullat e Tregut; por nuk do të kenë të regjistruar ndonjë Njehsor fizik.

Aderimi në Rregullat e Tregut është i obligueshëm për të gjithë të licencuarit, ndërsa mund të aplikohet për personat juridik për të cilët nuk kërkohet licenca, por që stabilimentet e tyre janë të kyçur në Rrjetin e Shpërndarjes dhe personat juridik që nuk dëshirojnë të kenë Njehsor fizik të regjistruar në një Llogari të Furnizuesit nga ana e AAM.

1.8 RISTRUKTURIMI I SEKTORIT TË ENERGJISË [4]

Në pajtim me dispozitat mbi shthurjen/ristrukturimin e sektorit elektroenergjetik, të Ligjit për Energjinë Elektrike dhe kushtet e Traktatit për Komunitetin e Energjisë, ne vitin 2006 është themeluar kompania Operatori i Sistemit të Transmetimit dhe Tregut të Energjisë Elektrike (KOSTT sh.a.).

Në kuadër të shthurjes së plotë, Qeveria e Republikës së Kosovës përmes vendimeve nr.04/36 dhe 03/38 ka urdhëruar shthurjen ligjore të KEK sh.a., ku është themeluar subjekti i ri ligjor KKDFE sh.a. dhe gjithashtu, është bërë privatizimi i subjektit të ri ligjor KKDFE-së sh.a. Kosova duhet të vazhdojë me reformimet në sektorin e saj të industrisë së energjisë, në

mënyrë që të sigurojë konkurrencë në tregun e energjisë sipas parimeve të përgjithshme të konkurrencës së hapur, mosdiskriminimit, transparencës, barazisë, respektimit të mbrojtjes së konsumatorëve dhe zhvillimit të qëndrueshëm të shoqërisë.

1.8.1 Tregu i përbashkët Kosovë – Shqipëri

Duke pasur parasysh karakteristikat e tregut në Kosovë dhe Shqipëri dhe objektivat e Qeverive të të dy vendeve për furnizim të sigurt me kosto të lirë me energji elektrike, është analizuar dhe diskutuar për një kohë të gjatë për idenë e integritit të dy tregjeve në një treg të përbashkët (një zonë tregtare). Ky treg i përbashkët do të jepte sinjale të duhura për investime në kapacitete gjeneruese të reja, diversitetin e burimeve, për investime në rrjetin transmetues dhe të shpërndarjes.

Tregu i përbashkët Kosovë- Shqipëri gjithashtu do të mundësonte hapjen e tregut të energjisë elektrike dhe do të krijonte kushte për një treg konkurrues.

Themelimi i një tregu të përbashkët është në harmoni me objektivat e BE dhe Komunitetit të Energjisë dhe kjo mund të konsiderohet si hap drejt integritit në tregun rajonal të EJT.

Për këtë janë zhvilluar një sërë aktivitete në mes të institucioneve të lartpërmendura të Shqipërisë dhe të Kosovës dhe tashmë në vitin 2014 u nënshkrua memorandum i mirëkuptimit për themelimin e tregut të përbashkët me ndihmën e donatorëve të huaj. Dhe në vitin 2015 kanë filluar punën grupet punuese të dyja vendeve.

1.8.2 Operimi i tregut të energjisë elektrike

Tregu i energjisë elektrike në Kosovë ende nuk është i njohur dhe i pranuar si zonë tregtare për arsye politike dhe kjo pritet të ndodhë nga Qershori i vitit 2015.

Edhe më tutje në nivelin evropian, tregu i energjisë elektrike të Kosovës konsiderohet pjesë e tregut të Serbisë. Pavarësisht kësaj, Operatori i Tregut në KOSTT operon tregun e energjisë elektrike në përputhje me legjislacionin primar dhe sekondar si një zonë tregtare në vetë.

Tregu i energjisë elektrike në Kosovë, karakterizohet si treg: i vogël, i rregulluar, me joshumëllojshmëri të kapaciteteve dhe rezervave gjeneruese, me mungesë të kapaciteteve për plotësimin e nevojave në rritje të konsumit, i varur nga importi i energjisë nga tregjet rajonale jo likuide dhe jo transparente dhe treg me humbje të larta jo teknike në rrjetin e shpërndarjes. Si rezultat i faktorëve të lartpërmendur si dhe jo adekuacisë së gjenerimit, balancimi i sistemit në disa periudha kohore bëhet me reduktimin e ngarkesës.

Tregu me shumicë dominohet nga gjeneratorët publik që kanë kontrata afatgjata me kompaninë për furnizim me energji elektrike. Megjithatë, tregtimi ndërkufitar deri diku është konkurrues dhe varet nga kapacitetet interkonektive. Procesi i menaxhimit të kapaciteteve interkonektive aktualisht bëhet nga ana e Operatorit Serb në mënyrë jo ligjore dhe pa autorizim nga ana e KOSTT.

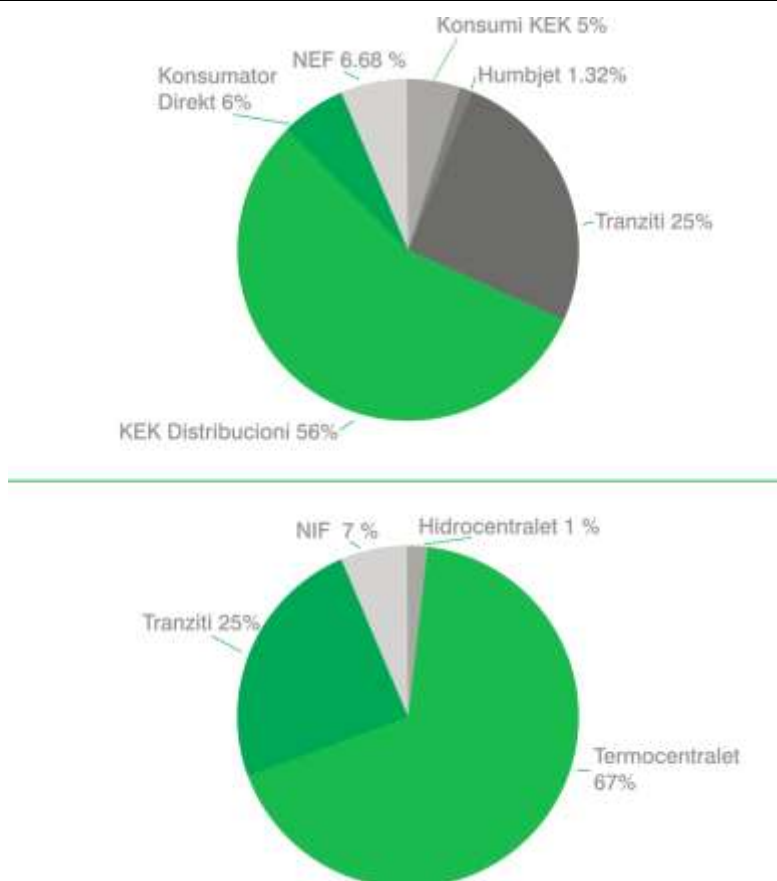


Figura 1.11 Energjia e tregtuar në zonën tregtare të Kosovës gjatë vitit 2012[burim KOSST]

Nga energjia që ka rrjedhë në zonën tregtare dhe rregulluese të Kosovës: 68% është nga gjenerimi vendor, rreth 25% tranzit, 7% si import për nevoja të konsumit të Kosovës, 67% i është dedikuar konsumit të Kosovës, 6.68% ka qenë në formë eksporti nga gjenerimi në Kosovë dhe 1.32% të saj kanë qenë humbje në rrjetin transmetues[6].

1.9 IMPORTI DHE EKSPORTI I ENERGJISË ELEKTRIKE

Duke filluar nga viti 2000, vendi ynë është shndërruar në një vend importues neto me përjashtim të vitit 2013 kur për herë të parë nga paslufta Kosova ishte net eksportues. Kjo falë një prodhimi historik nga gjeneratori publik, ku nga viti 2008 e tutje ka një performansë jashtëzakonisht të mirë, kur kihet parasysh vjetërsia dhe gjendja e njësive gjeneruese (shih figurën 1.5). Gatë këtyre viteve vendi ka importuar prej maksimum 33% energji elektrike, në vitin 2001, deri në 12.6% në vitin 2008, të konsumit të përgjithshëm të energjisë elektrike në varësi të sasisë së energjisë të prodhuar në vend, për më shume shih figurën 1.11. Duke pasur parasysh rritjen e vazhdueshme të kërkesës për energji elektrike nga viti në vit, është pothuajse e sigurt që roli i importeve të energjisë elektrike edhe në të ardhmen e afërt do të jetë esencial për sigurimin e një furnizimi të sigurt dhe të qëndrueshëm me energji. Importet e energjisë do të ndikojnë jo pak edhe në koston e furnizimit, për rrjedhojë edhe në rritjen e tarifave të energjisë elektrike për konsumatorët e të gjitha kategorive. Duhet nënvizuar se kapaciteti importues/eksportues i sistemit elektroenergjetik të Kosovës nuk është i mjaftueshëm për plotësimin e ngarkesave maksimale (pikut) në rritje gjatë dimrit. Duke pasur parasysh që kërkesa për energji elektrike në një ditë dimri arrin deri në 18-22 milionë kWh,

shpeshherë KEK sh.a. ka qenë i detyruar të bëjë kufizime të ngarkesës, duke sjellë shqetësime dhe dëme në ekonomi dhe në cilësinë e jetesës së qytetarëve.

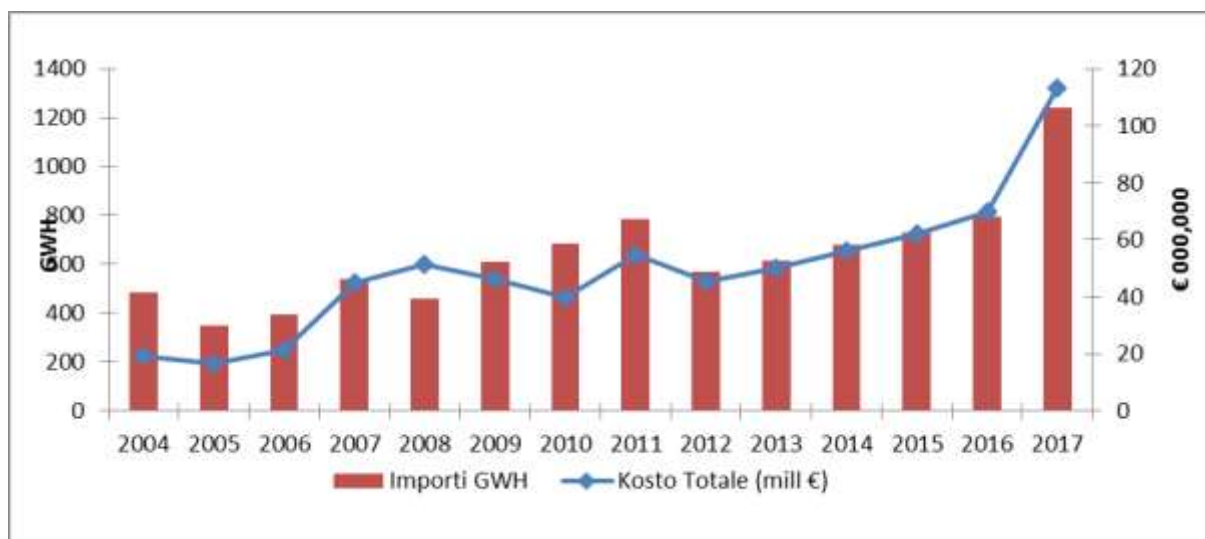


Fig. 1.12 Sasia e energjisë se importuar, kosto 2004 - 2012 dhe parashikimi 2013 -2017
[burimi: KEK]

Një problem tjetër i mprehtë lidhur me importin e energjisë elektrike, me të cilin është përballur KEK sh.a., gjatë kohës sa ka operuar si kompani vertikalisht e integruar (sistemin e shpërndarjes dhe të furnizimit me energji elektrike), kanë qenë çmimet gjithnjë e më të larta të importeve të energjisë elektrike, shih figurën 1.12. Sfidë tjetër ka qenë edhe sigurimi i kapaciteteve transmetuese për arsye pulitke nëpër të cilën po kalon Kosova.

Duhet theksuar se importi i energjisë elektrike është vështirësuar për shkak të rritjes së deficitit të energjisë elektrike në rajonin e Ballkanit, ku numri më i madh i vendeve janë neto importues të energjisë elektrike. Parashikohet që për të ardhmen e afërt të vazhdojnë të ekzistojnë vështirësi të furnizimit me energji elektrike në rajonin tonë, derisa të ndërtohen kapacitetet e reja gjeneruese.

Për dallim nga vitet paraprake, në vitin 2013 Kosova për herë të parë pas luftës ka qenë neto eksportuese e energjisë elektrike, megjithatë në kohën e pikut ka pasur mungesa të cilat janë mbuluar me importe. Furnizuesi publik (FP) ka importuar përmes kontratave komerciale të lidhura me importues të energjisë elektrike dhe ka shkëmbyer energji elektrike me sistemet e shteteve rajonale, duke mundur mbulimin e nevojave të konsumatorëve.

Edhe pse rezulton se gjatë vitit 2013 Kosova ka qenë neto eksportuese e energjisë elektrike, në bazë të sasisë së energjisë elektrike (kilovatorë), duhet të theksohet se për shkak të importit të lartë gjatë pikut, totali i importit në vlerë monetare ka qenë më i lartë se totali i eksporteve në vlerë monetare (eksporti=21.34 milion € dhe importi=28.45 milion €).

Energjia elektrike e importuar me kontrata komerciale importi (tender) gjatë vitit 2013 ka qenë 457,815 MWh me vlerë prej 28,447,948 €, me çmim mesatar prej 62.14 €/MWh, ndërsa energjia elektrike e importuar në vitin 2012 ka qenë 571,897 MWh, me çmim mesatar 79.46 €/MWh. Sasia e energjisë elektrike e importuar është për 20 % më e ulët se në vitin e kaluar, përderisa çmimi mesatar është për 22 % më i ulët krahasuar me vitin 2012 dhe krejt kjo për shkak të kushteve të volitshme atmosferike dhe kërkesës më të ulët në treg, shih figurën 1.13.

Gjatë vitit 2013 eksporti ka qenë shumë i lartë krahasuar me vitet e kaluara, pra ka pasur teprica të energjisë. Këto teprica janë regjistruar kryesisht në orët e natës (tarifa e ultë) apo jashtë kohës së pikut, kur në sistemet rajonale oferta për energji gjatë natës rritet në sasi të mëdha dhe kjo ka ndikuar që çmimet e eksportit të jenë dukshëm më të ulëta se sa çmimet e importit. Kosova për shkak të profilit të konsumit të saj, kryesisht amvisëri mbi 66%, në orët e jashtë pikut karakterizohen me teprica të mëdha të energjisë elektrike. Andaj kjo sasi e energjisë ose duhet të plasohet në treg si shitje, ose të shkëmbehet me shtetin fqinj Shqipërinë pasi vetëm me të kemi marrëveshje për shkëmbim të energjisë në baze të koeficienteve përkatës.

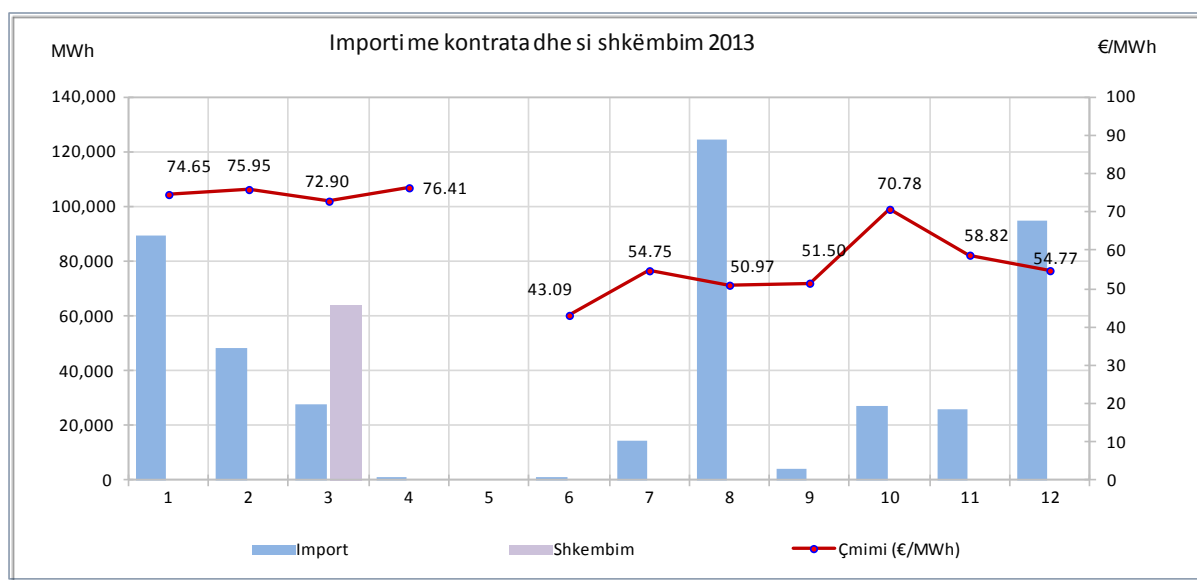


Figura 1.13 Importi i energjisë elektrike dhe çmimi në vitin 2013

Energjia elektrike e eksportuar me kontrata komerciale gjatë vitit 2013 ka qenë 755,504 MWh me vlerë prej 21,341,724 €, me çmim mesatar prej 28.2 €/MWh, ndërsa energjia elektrike e eksportuar në vitin 2012 ka qenë 371,316 MWh, me çmim mesatar 31.16 €/MWh. Sasia e energjisë elektrike e eksportuar është për 103 % më e lart se në vitin e kaluar, përderisa çmimi mesatar është për 9 % më i ulët krahasuar me vitin 2012, shih figurën 1.14.

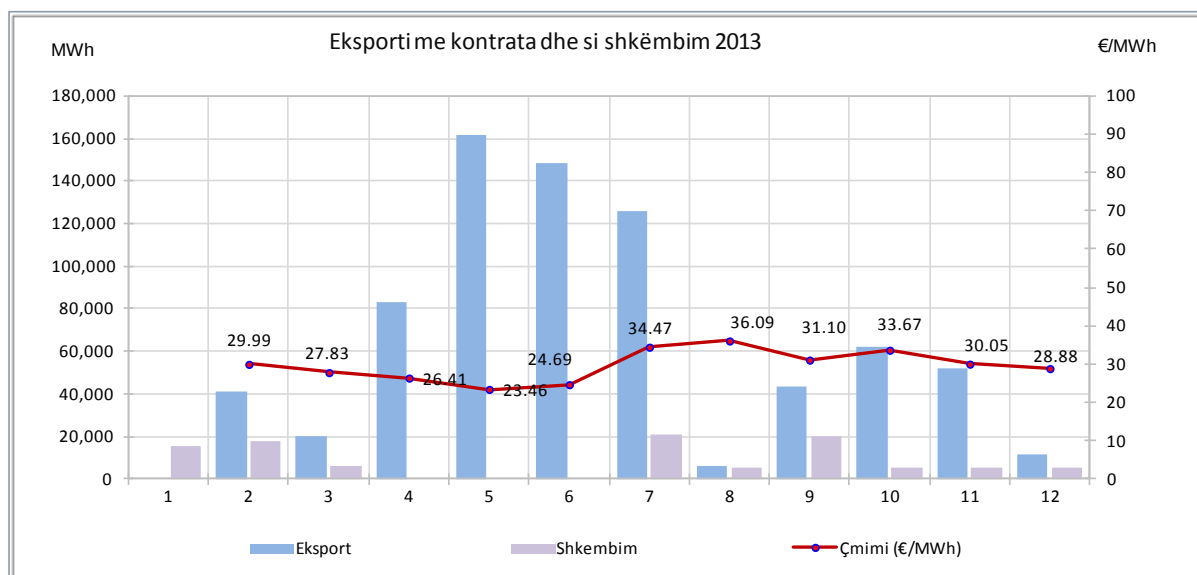


Figura 1.14 Eksporti me kontrata dhe shkëmbimi për vitin 2013

Për dallim nga importi, eksporti në vitin 2013 është realizuar në çdo muaj të vitit, përveç muajit janar. Kjo ka ndodhur për faktin se remontet kapitale të planifikuara për vitin 2013 për njësitë gjeneruese nuk janë realizuar [1, 6].

Nga masterplani i Gjenerimit të Energjisë Elektrike (përgatitja e të cilit u financua nga Banka Botërore [5], rezulton se Rajoni i Ballkanit do të ketë nevojë për 20,000 MW fuqi të re të instaluar, si dhe për t'i rehabilituar edhe 5000 MW tjera nga gjenerimit ekzistues. Ndërkohë, për ta transmetuar këtë energji nga qendrat gjeneruese tek konsumatorët kërkohet ndërtimi në rajon i disa linjave të interkoneksionit dhe të transmetimit me një vlerë rreth 2.5–3 miliardë USD. Vlen të theksohet se në këtë studim Termocentrali 'Kosova e Re' është identifikuar si një nga projektet më prioritare, gjë që e vendosë Kosovën në pozicion strategjik rajonal për sa i takon gjenerimit të energjisë elektrike në të ardhmen.

1.10 GAZI NATYROR

Momentalisht në Kosovë nuk është prezent gazi natyror, e gjithashtu nuk ekziston asnjë infrastrukturë e gazit, përveç rrjetit të vjetër dhe të shkatërruar të gazit artificial nga linjiti, i cili përshkon trasenë me gjatësi të përgjithshme prej 254 km, i cili gazsjellës nëntokësor ka furnizuar Hekuranën e Shkupit, Feronikelin, Trepçën, Llamkosin dhe Termokosin me gaz nga procesi i gazifikimit të linjtit brenda ish-Elektroekonomisë së Kosovës. Sipas studimit ESTAP I, linja ekzistuese nuk mund të ketë kosto të arsyeshme të riparimit, prandaj rekomandohet linja e re e tubacioneve me parametra të tjerë operacional.

Megjithatë, është pozitiv fakti që Qeveria posedon të drejtën e servitutit/pronësinë e trasesë Hani i Elezit – Mitrovicë dhe kjo mund të konsiderohet gjatë rishqyrtimit të përdorimit të këtij aseti. Po ashtu duhet pasur parasysh se në trasenë e gazsjellësit ka pasur ndërtime të cilat në të ardhmen janë pengesë për realizimin e njëprojekti i cili do ta ndjek plotësisht vijën ekzistuese të trasesë¹⁴.

Në vitin 2007 është kryer studimi "Studimi Rajonal i Gazifikimit – Raporti i Tregut në Kosovë i financuar nga BB (Banka Botërore) dhe KfW (Banka Gjermane për Zhvillim). Ky studim është bërë nga ECA (Ekonomoc Consulting Associates) nga Anglia, në 2007.

Kosova do të përcjell me vëmendje zhvillimet lidhur me projektet rajonale sa i përket gazit natyror dhe do të angazhohet që të jetë pjesë e këtyre projekteve siç është projekti TAP dhe IAP. Në këtë kuadër do të behën studime të nevojshme të cilat do të japin rekomandimet për veprime specifike.

1.11 BURIMET E RIPËRTËRITSHME TË ENERGJISË [4]

Burimet e ripërtëritshme të energjisë (BRE), janë pjesë e rëndësishme e Strategjisë së Energjisë.

BRE-të janë burim i rëndësishëm i furnizimit me energji, të cilat krijojnë besueshmëri dhe llojllojshmëri të produkteve energjetike, rritje të vazhdueshme ekonomike dhe përmirësim të mjedisit.

Në zbatim të kësaj politike energjetike, për sektorin e BRE-së është ndërtuar infrastruktura e nevojshme ligjore, nënligjore e rregullatore. Po ashtu, janë ndërmarrë edhe masat stimuluese, siç janë përcaktimi i tarifave stimuluese (Feed-in tariffs) për disa BRE;

hartimi i rregullave për çertifikatën e origjinës për energjinë elektrike të prodhuar nga burimet e ripërtëritshme, për mbështetjen e energjisë elektrike, për të cilën është lëshuar Çertifikata e Origjinës dhe procedurat për pranim në skemën mbështetëse, etj. Ndërkohë, Ministria e Zhvillimit Ekonomik ka miratuar Udhëzimin Administrativ për Caqet e BRE-ve deri në vitin 2020. Këto caqe janë në përputhje me Vendimin e Këshillit Ministror të Komunitetit të Energjisë 2012/04/MC, si dhe në përputhje me UA për Caqet e BRE-ve në zbatim të direktivës 2009/28/EU. Këto caqe janë pjesë e Planit Kombëtar të Veprimit për Burimet e Ripërtëritshme të Energjisë 2011-2022, i hartuar në përputhje me metodologjinë unike të Komunitetit të Energjisë. Në këtë plan janë të paraqitura të gjitha aktivitetet që duhet të zhvillohen dhe afati kohor i realizimit të tyre, llojet e BRE-ve, pjesëmarrja e tyre, kostoja dhe burimi i financimit.

Sa i përket zhvillimit të burimeve të ripërtëritshme të energjisë nga uji, është realizuar studimi për identifikimin e kapaciteteve ujore për HC të vogla, ku janë identifikuar 77 lokacione, me kapacitet prej 128.197 MW. Po ashtu, në mbështetje financiare të Bankës Botërore (BB) është bërë azhurnimi i studimit ekzistues të fizibilitetit për ndërtimin e Hidrocentralit të Zhurit, mirëpo janë të nevojshme studimet dhe informatat shtesë për realizimin sa me efektiv të këtij projekti, si një mundësi e mirë për të ardhmen.

Potenciali energjetik nga biomasa (druri) përbën një pjesë të rëndësishme të konsumit të energjisë në Kosovë. Vlerësohet se për qëllime energjetike (druri përdoret kryesisht për nevoja të ngrohjes ekonomike familjare dhe në sektorin e shërbimeve-shkolla, objekte të vogla tregtare etj), konsumohen rreth 1.6 milion m³/vit dru zjarri, ekuivalent me rreth 244.45 ktoe/vit.

Për energjinë e erës deri tani nuk është bërë ndonjë studim, i cili përfshinë tërë territorin e Republikës së Kosovës. Qeveria gjermane përmes KfW-së ka financuar krijimin e Atlasit të erës për Kosovën dhe në të, është inkorporuar edhe komponentin e energjisë diellore.

Energjia diellore mund të shfrytëzohet në masë të konsiderueshme për ngrohjen e ujit sanitar dhe për prodhim të energjisë fotovoltike. Rrezatimi diellor në Kosovë vlerësohet të jetë ndërmjet 1500 dhe 1650 kWh/m² në vit.

Për energjinë gjeotermale ka disa të dhëna indikative për potencialet gjeotermale, por nevojitet të bëhet studim i detajuar për vlerësimin e këtij potenciali energjetik. Lidhur me përdorimin e mbeturinave të cilat mund të shfrytëzohen për prodhim të energjisë nevojitet të bëhet një vlerësim për mundësinë e shfrytëzimit të këtyre mbeturinave.

1.12 EFIÇIENCA E ENERGJISË

Segment i rëndësishëm i politikës së Republikës së Kosovës, e pasqyruar në programin e saj, është promovimi i Eficiencës së Energjisë (EE), zbatimi i masave të EE në sektorët përkatës sipas PVKEE 2010-2018 dhe Bashkëprodhimit (BP). Kjo politikë nxitëse e promovuese do të ndikojë në rritjen e zhvillimit ekonomik, kursimin e energjisë, rritjen e sigurisë së furnizimit me energji dhe në mbrojtjen e mjedisit[4].

Në periudhën 2009-2012 janë ndërmarrë hapa të rëndësishëm programorë, ligjorë dhe institucionalë për promovimin e EE, hartimin e Planit të Veprimit të Kosovës për Eficiencë të Energjisë (PVKEE) për periudhën 2010-2018, hartimi i planit të parë afatmesëm të Veprimit të Kosovës për Eficiencë të Energjisë (PVKEE) 2010-2012, hartimi i Planit të

Dytë Afatmesëm Kombëtar të Veprimit për Eficiencë të Energjisë (PKVEE) 2013-2015. Me ndihmën e AKEE, niveli komunal do të hartojë planet komunale për Eficiencë të Energjisë.

Janë zhvilluar një sërë projektesh në fushën e Eficiencës së Energjisë e që kryesisht kanë të bëjnë me masat konkrete siç janë; auditimi i energjisë në ndërtesat publike si dhe implementimi i masave të auditimit, ndriçimi publik në qytete të ndryshme, instalimi i paneleve solare në Qendrën Klinike Universitare, Konvikte të Studentëve dhe në objekte qeveritare në nivel qendror. Raporti i progresit të PVKEE 2010-2012 i parë afatmesëm tregon së caku indikativ i kursimit të energjisë prej 3% është arritur.

Në PVKEE 2010-2018, respektivisht në PKVEE 2013-2015 të dytë afatmesëm, janë të paraqitura të gjitha aktivitetet e nevojshme që duhet të zhvillohen, afati kohor i realizimit të tyre, kostoja, burimi i financimit dhe institucioni përgjegjës. Për të arritur caqet e parapara sipas këtij plani (9%, ose 92ktoe të kursimit të energjisë), në vazhdimësi janë duke u zhvilluar projekte konkrete në ndërmarrjen e masave të EE si në objekte të nivelit qendror ashtu edhe atë të menaxhuara nga niveli lokal.

Renovimi i ndërtesave dhe modernizimi i sistemeve të ngrohjes dhe ftohjes përbejnë potencialin më të madh të kursimit (Eficiencës së Energjisë), të energjisë. Gjithashtu shfrytëzimi më racional i energjisë nëpër komuna do të kontribuonte në masë të madhe në arritjen e caqeve të parapara (posaçërisht në ndriçimet publike).

1.13 NGROHJA QENDRORE – KOOGJNERIMI

Zhvillimet kryesore në sektorin e ngrohjes qendrore kryesisht janë të ndërlidhura me projektin e ko-gjenerimit – furnizimi me energji termike nga TC Kosova B për sistemin e ngrohjes qendrore NQ Termokos. Duhet theksuar se ky projekt është zhvilluar përmes WBIF (“Western Balkans Investment Framework” – Korniza për Investime në Ballkanin Perëndimor), ku institucioni udhëheqës financiar për këtë projekt është Banka Gjermane për Zhvillim – KfW.

Gjatë vitit 2013 është filluar më realizimin e projektit, që ka rezultuar me fillimin e punimeve në fund të shtatorit; dhe është përfunduar në fillimin e sezonit të ngrohjes 2014-2015:

1.13.1 Karakteristikat teknike të sistemeve të ngrohjes qendrore

Sektori i ngrohjes qendrore në Kosovë përfshin 4 sisteme të ngrohjes qendrore me një kapacitet të instaluar prej rreth 192 MWt[1]. Duke qenë se Ngrohtorja Termomit dhe e Zveçanit, për shkak të rrethanave të njohura, nuk i përgjigjen kërkesave për licencim/rregullim dhe monitorim nga ZRRE-ja, pamundësohet sigurimi i të dhënave përkatëse të azhurnuara.

Në vijim janë paraqitur të dhëna të detajuara për NQ Termokos dhe NQ Gjakova:

Implantet e prodhimit të ngrohjes qendrore

Implantet për gjenerimin e ngrohjes të NQ Termokos përbëhen nga ngrohtorja kryesore me kapacitet të përgjithshëm të instaluar prej 121.62 MWt, dhe ngrohtorja ndihmëse në Qendrën Klinike Universitare me kapacitet prej 14 MWt.

Ngrohtorja e qytetit Gjakova është e pajisur me dy kaldaja me mazut me kapacitet të përgjithshëm të instaluar prej 38.6 MWt – njëra me kapacitet gjenerues 20 MWt, ndërsa tjetra, me kapacitet 18.6 MWt e cila momentalisht është jashtë funksionit.

Sistemet e Shpërndarjes

Karakteristikë e përbashkët e të gjithë sistemeve të ngrohjes qendrore në Kosovë, është se rrjeti i tyre i shpërndarjes përbëhet nga rrjeti primar që shtrihet deri në pikën e furnizimit në nënstacione dhe nga rrjeti sekondar i cili shtrihet nga pika e furnizimit në nënstacione gjer tek shfrytëzuesit përfundimtarë.

Rrjeti primar i shpërndarjes i NQ Termokos ka një gjatësi rreth 35 km. Pjesë integrale e rrjetit të shpërndarjes është edhe stacioni i pompimit dhe shkëmbyesve të nxehtësisë i cili gjendet në Bregun e Diellit dhe 312 nënstacione aktive të cilat janë pika ndarëse ndërmjet rrjetit primar dhe sekondar.

Rrjeti primar i shpërndarjes i NQ Gjakova shtrihet në gjatësi rreth 23.5 km. Pjesë përbërëse e këtij rrjeti janë edhe rreth 251 nënstacione aktive të cilat janë pika ndarëse ndërmjet rrjetit primar dhe sekondar.

1.14 MBROJTJA E MJEDISIT

Mbrojtja e mjedisit është në mandatin ligjor të Ministrisë së Mjedisit dhe Planifikimit Hapësinor (MMPH). Megjithatë, kjo Strategji duhet të merret me mjedisin nga këndvështrimi i sektorit të energjisë. Emetimi aktual i gazrave, pluhurit dhe shkarkimi i ujërave të ndotura nga termocentralet ekzistuese, për shkak të teknologjive të vjetruara dhe funksionimit të papërshtatshëm të pajisjeve dhe stabilimenteve, janë mbi nivelet e lejuara me Direktivat përkatëse të Bashkimit Evropian (BE-së).

Ndërsa të gjitha studimet e bëra deri më tani rreth Korporatës Energjetike të Kosovës, nga organizata ndërkombëtare dhe vendore, kanë identifikuar katër ndotës kryesorë dhe ata janë:

- Deponia e hirit afër TC Kosova A, e trashëguar që nga viti 1962,
- Materiet e rrezikshme dhe helmuese në ish hapësirat e Gazifikimit dhe Azotikut,
- Ndotja nga transporti përmes shiritave të hirit fluturues dhe
- Emisioni i gazrave dhe pluhurit përmes elektro-filtrave të TEC-ve.

Në dy vitet fundit janë ndërmarrë disa masa në përmirësimin e gjendjes mjedisore nga zhvillimi i aktiviteteve energjetike. Në kuadër të këtij aktiviteti janë ndërruar hapa konkret ku deri tani janë rikultivuar dhe mbuluar me dhe qindra hektar në kodrën e hirit afër TC Kosova A , ku janë mbjellë mbi 150 000 fidanë. Po vazhdon trajtimi i ujërave industriale, largimi i fenolëve dhe ujërave fenolikë dhe deri me tani janë larguar dhe asgjësuar me dhjetëra tonelata të këtyre materieve, dhe projekti është në përfundim e sipër.

Gjithashtu ka përfunduar realizimi i transportit hidraulik të hirit (me zero ndikim në ndotje të ambientit) nga TC 'Kosova A' drejt minierës së Mirashit, përderisa një i tillë ka vite që është në funksion në TC Kosova B

Tanimë janë në funksion elektro-filtrat e teknologjisë së fundit në tri njësitë e TC A (A3,A4 dhe A5), ku emisioni i grimcave të pluhurit është nën 50 mg/Nm, që është në përputhje me direktivën e BE.

REFERENCAT:

- [1] Raporti Vjetor 2013 – ZRRE (Zyra e Rregullatorit për Energji).
- [2] Dizajni i Tregut të Energjisë Elektrike – KOSTT (Operatori i Sistemit të dhe Tregut të Kosovës).
- [3] Rregullat e Tregut – KOSTT (Operatori i Sistemit të Transmisionit dhe Tregut të Kosovës).
- [4] Draft Strategjia e Energjisë së Republikës së Kosovës 2013-2022 – MZHE (Ministria e Zhvillimit Ekonomik).
- [5] Lights Out? The Outlook for the Energy Sector in Eastern Europe and the Former Soviet Union, The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, 2010
- [6] Raporti vjetor 2013 – KOSTT (Operatori i sistemit, transmisionit dhe tregut)
- [7] Treaty Establishing the Energy Community
- [8] Energy Sector Technical Assistance Project Kosovo. WORLD BANK Grant No. TF-027791, Pristina September 2002

KAPITULLI 2

TRAJTIMI TEORIK I RRJETIT TË MENÇUR

2.1 HYRJE

Rrjeti i mençur, i cili konsiderohet si rrjet i gjeneratës së ardhshme, përdorë rrjedhjet e dyanshme të energjisë elektrike dhe informacionit, duke krijuar kështu një rrjet automatik me shpërndarje të gjerë.

Tradicionalisht, termi rrjet përdoret për një sistem të energjisë elektrike i cili përbehet dhe mund të mbështesë të gjitha palët e sistemit energjetik, ose disa prej katër operacioneve kryesore të tij si: gjenerimin e energjisë elektrike, transmetimin e energjisë elektrike, shpërndarjen e energjisë elektrike, dhe kontrollin e energjisë elektrike.

Rrjeti i mençur, gjithashtu i njohur si rrjet i mençur i energjisë elektrike, rrjet inteligjent, rrjet i së ardhmes, interrjet, intrarrjet, është një vlerë e shtuar e rrjetit të energjisë elektrike të shekullit 21. Rrjetet tradicionale të energjisë elektrike përdoren në përgjithësi për të bartur energjinë nga burimi i saj, kryesisht nga disa gjeneratorë tek një numër i madh i përdoruesve apo konsumatorëve. Për dallim nga kjo, rrjeti i mençur përdorë rrjedhjet e dyanshme të energjisë elektrike dhe informacionit, duke krijuar kështu një rrjet automatik dhe të avancuar nga aspekti i shpërndarjes së energjisë elektrike[1].

Në tabelën 2.1 paraqitet një krahasim i shkurtër mes rrjetit ekzistues dhe atij të mençur.

Tabela 2.1. Krahasim i shkurtër mes rrjetit ekzistues dhe atij të mençur.

Rrjeti ekzistues	Rrjeti i mençur
Elektromekanik	Digjital
Komunikim i dyanshëm	Komunikim i dyanshëm
Gjenerim i centralizuar	Gjenerim i shpërndarë
Disa sensorë	Sensorë në të gjitha pjesët
Monitorim manual	Vet-monitorim
Rregullim manual	Vet-ndreqje
Dështime dhe ndalesa	Përshtatës dhe krijim i ishullit
Komandim i limituar	Komandim depërtues
Zgjidhje për disa konsumatorë	Zgjidhje për shumë konsumatorë

Duke shfrytëzuar teknologjitë moderne të informacionit, rrjeti i mençur është në gjendje të dërgojë energjinë në mënyra më efikase dhe të përgjigjet karshi kushteve dhe ndodhive në një spektër të gjerë. Thënë në përgjithësi, rrjeti i mençur mund të përgjigjet ndaj ngjarjeve që ndodhin kudo në rrjet, si ato gjatë gjenerimit të energjisë elektrike, gjatë transmetimit të saj, në shpërndarje dhe gjatë konsumit të saj, po ashtu përshtatet karshi strategjive përkatëse. Për shembull, nëse vie deri te prishja në transformatorin e tensionit të mesëm në rrjetin e shpërndarjes, atëherë rrjeti i mençur mundet që automatikisht të ndërrojë

rrjedhën e energjisë dhe të rikthejë kështu shërbimin e dërgimit të energjisë te konsumatorët fundorë [2].

Të marrim edhe një shembull tjetër në formësimin e profilit të kërkesës. Pasi që ulja e kërkesës në kohën e ngarkesës maksimale (pikut) dhe zbutja e profilit të kërkesës redukton kërkesat për investime kapitale në sistem dhe kërkesat për investime në centrale të prodhimit të energjisë elektrike në përgjithësi, në periudhën e pikut kompanitë (ndërmarrjet) elektrike mund të përdorin çmimin e energjisë elektrike në kohë reale për të bindur disa përdorues që të reduktojnë kërkesat e tyre të energjisë, në mënyrë që profili i kërkesës totale me pikun e plotë të mund të formësohet në një profil të zbutur të kërkesës, që do të rezultojë me kosto më të ulët për gjithë sistemin.

Më konkretisht, rrjeti i mençur mund të konsiderohet si një sistem elektrik që përdorë teknologjinë e dyanshme të informacionit, e sigurt për nga aspekti kibernetik, dhe inteligjencën kompjuterike, në një mënyrë të integruar përgjatë prodhimit të energjisë elektrike, transicionit, nënstacioneve transmetuese, shpërndarjes, dhe konsumit, për të arritur një sistem që në përgjithësi është sistem i pastër, i sigurt, i padëmshëm, i besueshëm, fleksibil, efikas, dhe i qëndrueshëm.

Ky përshkrim përfshinë gjithë spektrin e sistemit të energjisë nga gjenerimi deri tek pikat e fundit të konsumit të energjisë elektrike [3].

Rrjeti i mençur është një vizion. Është një integrim i lirshëm i komponenteve plotësuese, nënsistemeve, funksioneve, dhe shërbimeve nën kontrollin gjithëpërfshirës nga ana e sistemit tejet inteligjent menaxhues dhe kontrollues. Duke marrë parasysh gamën e gjerë të hulumtimit të rrjetit të mençur, hulumtues të ndryshëm mund të shprehin vizione të ndryshme për të për shkak të fokuseve dhe perspektivave të ndryshme të cilat ata i shtjellojnë [110].

Në përputhje me këto fokuse, autorë të ndryshëm kanë bërë studime të ndryshme duke trajtuar tema të cilat ata i kanë parë si fokus dhe të cilat kanë mundësuar që rrjetet e mençura të zhvillohen, standardizohen dhe të modernizohen, duke arritur qëllimet e pritshme për një kohë jo shumë të gjatë, dhe atë për të gjithë akterët e sistemeve energjetike, kjo falë edhe zhvillimit të hovshëm edhe të teknologjisë [110].

Ashtu edhe si u përmend, lidhur me këtë fushë kryesisht të re mund të gjenden shumë punime dhe atë nga autorë të ndryshëm, të cilat dallojnë si për nga këndvështrimi ashtu edhe për nga objektivat që kanë vet autorët, përderisa objektiv kyç gjithnjë mbetet sfidat aktuale me të cilat përballen rrjetet e mençura. Ndër analizat dhe studimet më të mira dhe gjithëpërfshirëse rreth rrjeteve të mençura ,mund të gjenden nga autorët si Chen tek [4], Yu tek [5], dhe Hassan dhe Radman tek [6] , të cilët kanë analizuar rrjetet e mençura mbi disa koncepte bazike dhe një pjesë të teknologjisë që do të mund të përdoret në rrjetin e mençur. Një rëndësi e veçantë tek rrjeti i mençur duhet t'i kushtohet standardizimit të tyre, andaj autorët në studimet [7, 8] kanë analizuar standardizimet ekzistuese të rrjetit të mençur, dhe kanë dhënë rekomandime konkrete për sa i takon standardizimit të rrjetit të mençur në të ardhmen. Autori Vasconcelos [9] ka nënvizuar përfitimet potenciale të njehsorëve të mençur, dhe ka ofruar një përshkrim të shkurtër të kornizës ligjore e cila rregullon aktivitetet e matjes dhe politikave për këtë qëllim në Evropë. Brown dhe Suryanarayanan [10], kanë përcaktuar perspektivën në industri për sistemin e mençur të shpërndarjes dhe kanë identifikuar ato teknologji të cilat do të mund të aplikohen në hulumtimet në të ardhmen në sistemin e mençur të shpërndarjes. Baumeister [11] ka paraqitur një analizë të shkurtër të punës që lidhet me sigurinë kibernetike të rrjetit të mençur. Chen [12] ka eksploruar çështjet e sigurisë dhe

privatësisë, si një çështje shumë e ndjeshme kohet e fundit në lidhje me rrjetin e mençur, dhe i ka ndërlidhur ato me sigurinë kibernetike në Internet dhe ndërhyrjet e mundshme. Gungor dhe Lambert [13] kanë eksploruar rrjetet e komunikimit për automatizimin e sistemit elektrik, si dhe kanë bërë përpjekje të ofrojnë një njohuri më të mirë mbi arkitekturën e rrjetit hibrid, e cila mund të ofrojë aplikacione të automatizimit heterogjen të sistemit elektrik. Një rëndësi të veçantë në rrjetin e mençur ka edhe çështja e komunikimit, metodat dhe teknologjia e përdorur në rrjetin e mençur, andaj autori Akyol tek [14] ka analizuar se si, ku dhe çfarë llojesh të komunikimit pa tela janë më të qëndrueshme për përdorim në sistemin e energjisë elektrike. Wang tek [15] ka ofruar një analizë për sa i takon arkitekturave të komunikimit në sistemet e energjisë elektrike, duke përfshirë përbërësit e rrjetit të komunikimit, teknologjitë, funksionet, kërkesat dhe sfidat e kërkimit. Ata gjithashtu kanë debatuar në lidhje me implementimin e kësaj analize në rrjet dhe sfidat në rregullimet e sistemit të energjisë elektrike.

Duke bërë një analizë gjithëpërfshirëse të literaturës mbi rrjetin e mençur në këto studime, dhe duke pasur si fokus kryesor trajtimin dhe studimin e ndërveprimit të teknologjive energjetike dhe informatike me sistemin elektroenergjetik dhe aplikimet e tyre në rrjetin e mençur, ndër të tjera del në pah se duhet kushtuar një rëndësi të madhe dhe të veçantë komplet infrastrukturës së sistemit të mençur dhe atë në disa prej komponenteve kryesore nga aspekti teknik, si energjia, informacioni dhe komunikimi, sistemi i menaxhimit dhe ai i mbrojtjes së rrjetit të mençur. Gjithashtu duhet të nënvizojmë sfidat dhe drejtimet e kërkimeve në të ardhmen për secilën prej këtyre sistemeve kryesore. Nga rishikimi i kësaj literature risia është në klasifikim, në vëllimin e informacioneve të ofruara dhe në projektimin e kërkimeve në të ardhmen mbi sistemet kryesore si energjia, informacioni dhe komunikimi.

Çka është ne te vërtet një rrjet i mençur?

Koncepti fillestar i rrjetit të mençur nisi me idenë e infrastrukturës së avancuar të pikës matëse (AMI), me qëllim të përmirësimit të menaxhimit nga ana e kërkesës dhe efikasitetit të energjisë, dhe ndërtimin e mbrojtjes së besueshme vetë-rregulluese kundër prishjeve, ndërhyrjeve, sabotimeve dhe fatkeqësive të ndryshme natyrore [16]. Megjithatë, kërkesat e reja në rritje detyruan kompanitë e energjisë elektrike, organizatat hulumtuese dhe qeveritë anekënd botës, që të rishohin dhe të zgjerojnë fushëveprimin e perceptuar fillimisht mbi rrjetin e mençur.

Lider i vendeve në zhvillimin dhe aplikimin e rrjetit të mençur mbetet SHBA, andaj akti i SHBA-ve për Pavarësi dhe Siguri të Energjisë i vitit 2007, udhëzoi Institutin Nacional të Standardeve dhe Teknologjisë (NIST) që të koordinojë kërkimet dhe zhvillimin e kornizës për të arritur aftësinë operuese të brendshme të sistemeve të rrjetit të mençur dhe pajisjeve të tyre përkatëse. Ndonëse një definicion i saktë dhe gjithëpërfshirës për rrjetin e mençur nuk është propozuar akoma, sipas raportit nga NIST [17], përfitimet e pritura dhe kërkesat për rrjet të mençur janë si në vijim:

- 1) Përmirësimi i kualitetit dhe besueshmërisë së energjisë elektrike;
- 2) Optimizimi i shfrytëzimit të pajisjeve dhe shmangien e ndërtimit të termocentraleve mbështetëse (sidomos në ngarkesë pikë);
- 3) Rritja e kapacitetit dhe efikasitetit të rrjeteve ekzistuese elektrike;
- 4) Përmirësimin e fleksibilitetit ndaj ngacmimeve në sistemin energjetik;
- 5) Mundësimi i mirëmbajtjes preventive dhe vet-rregullimit si përgjigje ndaj ngacmimeve nga sistemi;
- 6) Lehtësimin e shpërndarjes në nivel të gjerë të burimeve të energjisë së ripërtëritshme;

- 7) Akomodimin e burimeve të energjisë së shpërndarë;
- 8) Automatizimin e mirëmbajtjes dhe operimit;
- 9) Reduktimin e emetimeve të gazrave serrë në atmosferë duke mundësuar vetura elektrike dhe burime të reja energjetike;
- 10) Reduktimin e konsumit të vajit duke reduktuar nevojën për gjenerim joefikas gjatë shfrytëzimit të tij në periudha të pikut;
- 11) Dhënia e mundësive për përmirësim të sigurisë së rrjetit;
- 12) Mundësimi i kalimit në vetura me mbushje elektrike dhe në opsione të reja të ruajtjes së energjisë;
- 13) Rritja e zgjidhjeve për konsumatorë;
- 14) Mundësimi i produkteve, shërbimeve dhe tregjeve të reja.

Për të realizuar këtë paradigmë të re për rrjetin, NIST ka ofruar një model konceptual (siç paraqitet në Fig. 1), i cili mund të përdoret si referencë për pjesë të ndryshme të sistemit elektrik, aty ku bëhet standardizimi i punës së rrjetit të mençur. Ky model konceptual bën ndarjen e rrjetit të mençur në shtatë domene. Secili domen përbëhet nga një apo më shumë akterë të rrjetit të mençur, duke përfshirë pajisjet, sistemet, apo programet të cilat e bëjnë të domosdoshme marrjen e vendimeve dhe shkëmbimin e informacioneve për kryerjen e aplikacioneve. Përshkrimet e shkurtra rreth domenëve dhe akterëve janë dhënë në Tabelën 2. Duke ju referuar apendiksit në raportin e NIST-it për përshkrime më të hollësishme, dhe duke pasur parasysh se NIST ka propozuar këtë model nga perspektiva e roleve të ndryshme të përfshira në rrjetin [17].

Tabela 2. Domenet dhe akterët në SG sipas NIST [17]

Domeni	Akterët në domen
Konsumatorët	Përdoruesit fundor të energjisë elektrike. Mund edhe të gjenerojë, ruajë dhe menaxhojë përdorimin e energjisë elektrike.
Tregjet	Operatorët dhe pjesëmarrësit në tregun e energjisë.
Ofruesit e shërbimeve	Organizatat të cilat ofrojnë shërbime për konsumatorët e energjisë elektrike dhe ndërmarrjet.
Operimet	Menaxherët e lëvizjes së energjisë elektrike
Gjenerimi me shumicë	Gjenerimi i energjisë elektrike në sasi të mëdha. Mund edhe të ruajë energjinë për shpërndarje të mëvonshme.
Transmisioni	Bartësit e energjisë elektrike me sasi të mëdha në distanca të gjata.
Shpërndarja	Shpërndarësit e energjisë elektrike tek dhe nga konsumatorët. Mund edhe të ruajë dhe të gjenerojë energjinë elektrike.

2.2 MODELI KONCEPTUAL I RRJETIT TË MENÇUR

Modeli konceptual i rrjetit të mençur nga Instituti Kombëtar i Standardeve dhe Teknologjisë (NIST), ofron një kornizë të nivelit të lartë për rrjetin e mençur, i cili mundëson definimin e shtatë domeneve të rëndësishme: gjeneratorët e prodhimit me shumicë, transmisionin, distribucionin, konsumatorët, operimet, tregjet dhe ofruesit e shërbimeve [17]. Ky model i tregon të gjitha komunikimet dhe rrjedhjet e energjisë/energjisë elektrike ku ndërliidhen dhe konektohen të gjithë domenët, dhe gjithashtu paraqet se si të njëjtit janë të ndërliidhur mes vete. Secili domen është i përbërë nga elementet e rëndësishme të rrjetit të mençur, të cilat janë të konektuara me njëri tjetrin përmes komunikimeve të dyanshme dhe rrugëve të energjisë/energjisë elektrike. Këto konektime janë baza e së ardhmes, e rrjetit inteligjent dhe dinamik të energjisë elektrike.

Modeli konceptual i rrjetit të mençur të NIST-it u ndihmon palëve të interesit për të kuptuar ndërtimin e blloqeve të sistemit të rrjetit inteligjent të qarkut të mbyllur, nga gjeneratori (dhe prej) tek Konsumatorët, dhe gjithashtu mundëson eksplorimin e ndërliidhjes mes këtyre segmenteve të rrjetit të mençur.

Ndërsa sipas IEEE, rrjeti i mençur shihet si një “sistem i sistemeve” të mëdha ku secili domen i rrjetit të mençur zgjerohet në tri shtresa themelore të rrjetit të mençur: (i) shtresa e fuqisë dhe energjisë, (ii) shtresa e komunikimit dhe (iii) shtresa e IT/kompjuterit. Shtresat (ii) dhe (iii) shërbejnë si platforma infrastrukture për shtresën e fuqisë dhe energjisë, duke e bërë kështu rrjetin “më të mençur.” [17]

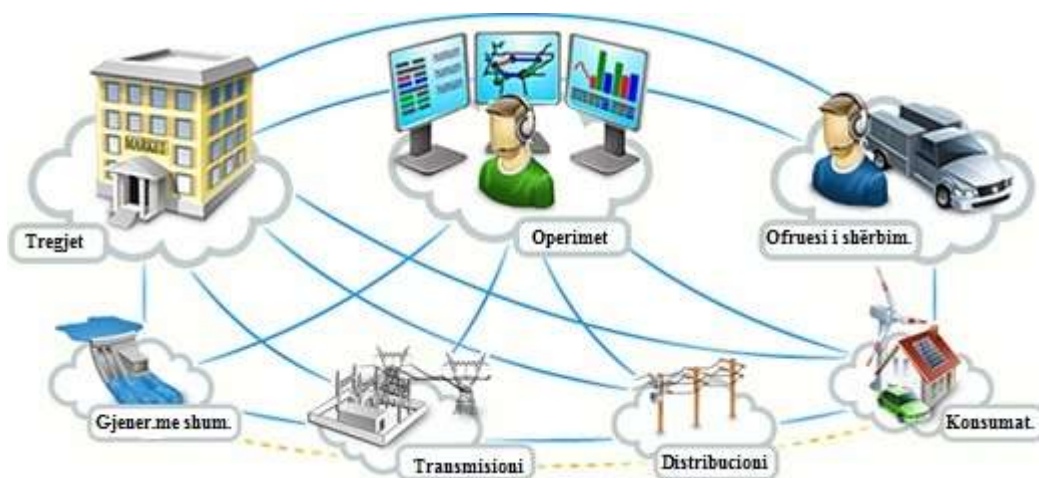


Figura 2.1.1. Modeli i rrjetit të mençur.

2.2.1 Gjenerimi me shumicë

Domeni i gjenerimit me shumicë i rrjetit të mençur gjeneron energjinë elektrike nga burimet e ripërtëritshme dhe nga ato jo të ripërtëritshme në sasi me shumicë. Këto burime mund edhe të klasifikohen si të ripërtëritshme variable, si solare apo nga era; të ripërtëritshme jo-variable, si ato nga hidro, biomasa, gjeotermike dhe përmes pompave; apo jo të ripërtëritshme jo-variable, si ato nga nukleare, qymyrit dhe gazit. Energjia e cila ruhet për shpërndarje të mëvonshme mund po ashtu të përfshihet në këtë domen. [17]

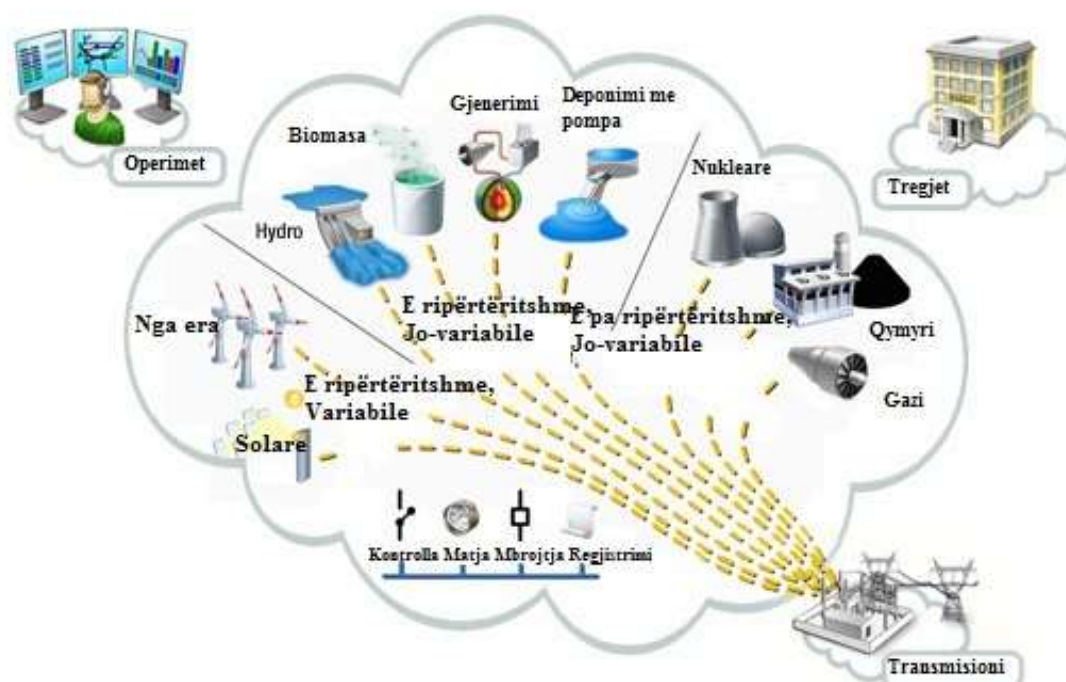


Figura 2.2.2 Modeli i gjenerimit me shumicë.

2.2.2 Distribucioni

Domeni i distribuimit bën shpërndarjen e energjisë elektrike tek dhe nga konsumatorët fundorë në rrjetin e mençur. Rrjeti distributiv i konekton të gjithë njehsorët e mençur dhe të gjitha pajisjet inteligjente të terrenit, duke i menaxhuar dhe kontrolluar të njëjtat përmes rrjetit të komunikimit wireless me dy drejtime, apo rrjetit të komunikimit me tela. Kjo mund edhe të konektohet në pajisjet e ruajtjes së energjisë dhe në burimet alternative të energjisë së distribuar në nivelin e distribuicionit. [17]

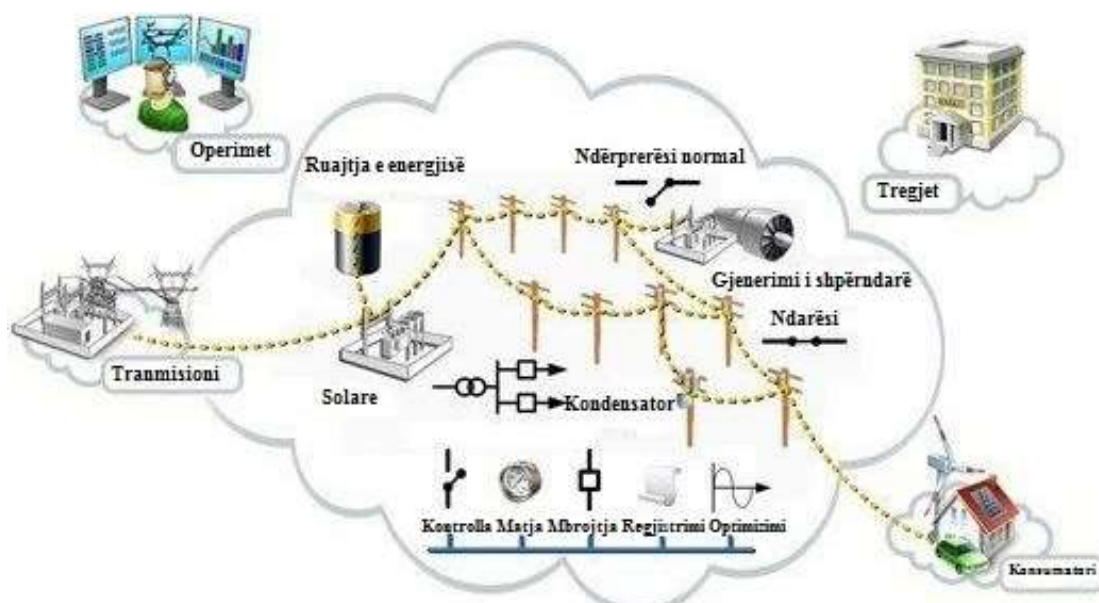


Figura 2.2.3 Modeli i distribuicionit

2.2.3 Konsumentori

Domeni i konsumatorit të rrjetit të mençur është aty ku shfrytëzuesit fundorë të energjisë elektrike (amvisëritë, komercial/ndërtesat dhe industrial), janë të konektuar në rrjetin e distribucionit përmes njehsorëve të mençur. Njehsorët e mençur kontrollojnë dhe menaxhojnë rrjedhjen e energjisë elektrike tek dhe nga konsumatorët dhe ofrojnë informata rreth shfrytëzimit të energjisë dhe modeleve. Secili konsumator posedon domenin diskret, i përbërë nga objekti i energjisë elektrike dhe nga rrjeti i komunikimit dy-drejtimitësh. Domeni i konsumatorit mund edhe të gjenerojë, të ruajë dhe menaxhojë shfrytëzimin e energjisë elektrike, si edhe të mundësojë konektimin me vetura që mbushen me energji elektrike. [17]

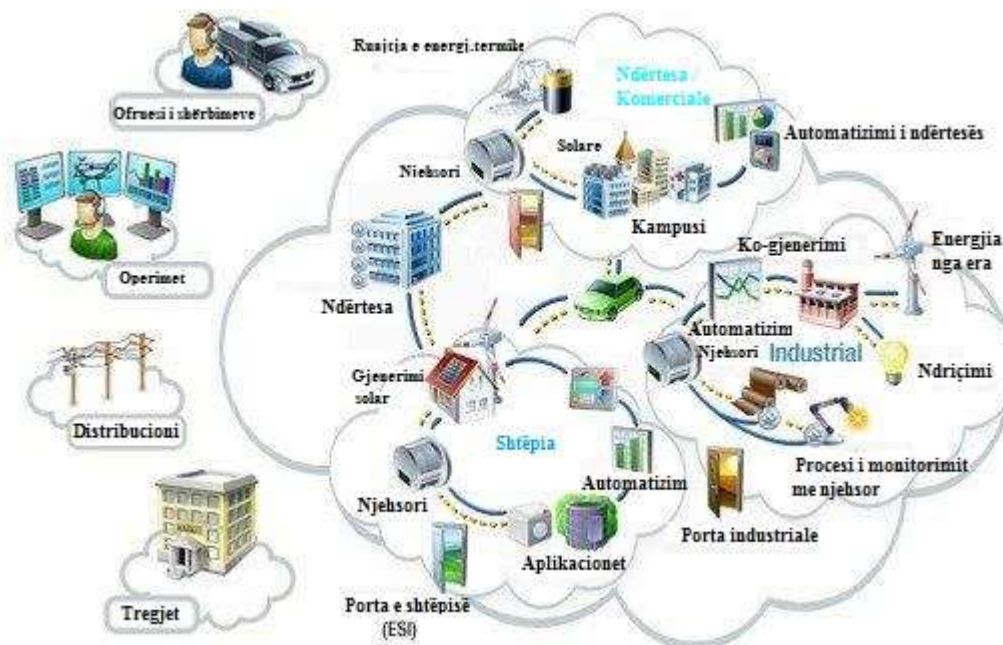


Figura 2.2.4. Modeli i konsumatorëve.

2.2.4 Operimet

Domeni i operimeve menaxhon dhe kontrollon rrjedhjen e energjisë elektrike të të gjitha fushave (domeneve) tjera në rrjetin e mençur. Ky domen (kjo fushë), përdorë rrjetin e komunikimit dy-drejtimesh për konektim në nënstacione, në rrjetin e objekteve të konsumatorit, dhe në pajisjet e tjera inteligjente të terrenit. Po ashtu siguron monitorim, raportim, kontrollim dhe mbikëqyrje të gjendjes, si dhe informata të rëndësishme për procesin, të cilat ndihmojnë në marrjen e vendimeve të ndryshme. Proceset inteligjente mbi afarizmin grumbullojnë të dhëna nga konsumatori dhe rrjeti dhe ofrojnë informacione inteligjente për të mbështetur vendimarrjen. [17]

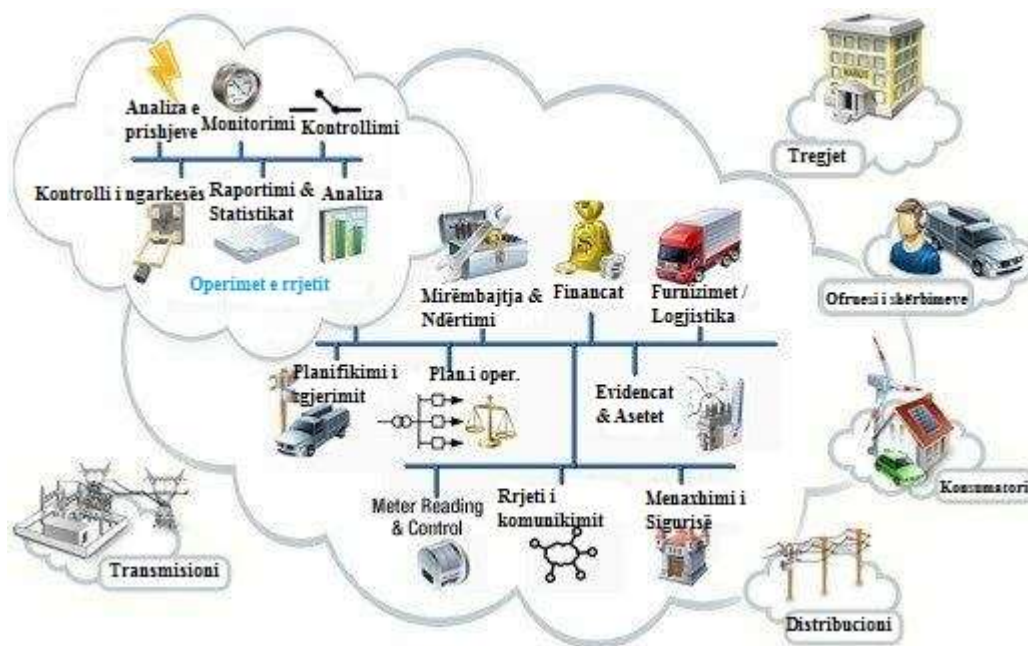


Figura 2.2.5 Modeli i operimeve.

2.2.5 Tregjet

Domeni i tregjeve bën operimin dhe koordinimin e të gjithë pjesëmarrësve në tregjet e energjisë elektrike, brenda rrjetit të mençur. Ky domen mundëson menaxhimin e tregut, si dhe shërbimet për shitje me shumicë, me pakicë dhe në përgjithësi për tregtim të energjisë elektrike. Domeni i tregjeve ndërvepron me të gjithë domenët tjerë dhe siguron që të gjithë këta domenë janë të koordinuar në një mjedis të tregut konkurrues. Po ashtu ky domen trajton informata mbi energjinë, informata mbi operacionet e shkëmbimit të energjisë elektrike me ofruesit e shërbimeve nga palët e treta. Për shembull, faturimi i abonimeve për veturat me rrymë brenda ndërmarrjes bjen nën këtë domen. [17]



Figura 2.2.6. Modeli i tregjeve.

2.2.6 Ofruesi i shërbimeve

Domeni i ofruesit të shërbimeve të rrjetit të mençur i trajton të gjitha operacionet e palëve të treta në kuadër të domenëve (në kuadër të fushave!). Kjo mund të përfshijë ueb portalet, të cilat ofrojnë shërbimet e menaxhimit të energjisë eficiente për konsumatorët fundorë, shkëmbim të shënimeve mes konsumatorëve dhe ndërmarrjeve në lidhje me menaxhimin e energjisë, dhe në lidhje me energjinë elektrike, të dërguar nëpër shtëpi dhe ndërtesa. Po ashtu mund të menaxhojë proceset e tjera për ndërmarrjet, siç janë programet për përgjigje ndaj kërkesës, menaxhim të ndalesave dhe shërbime të terrenit [17]

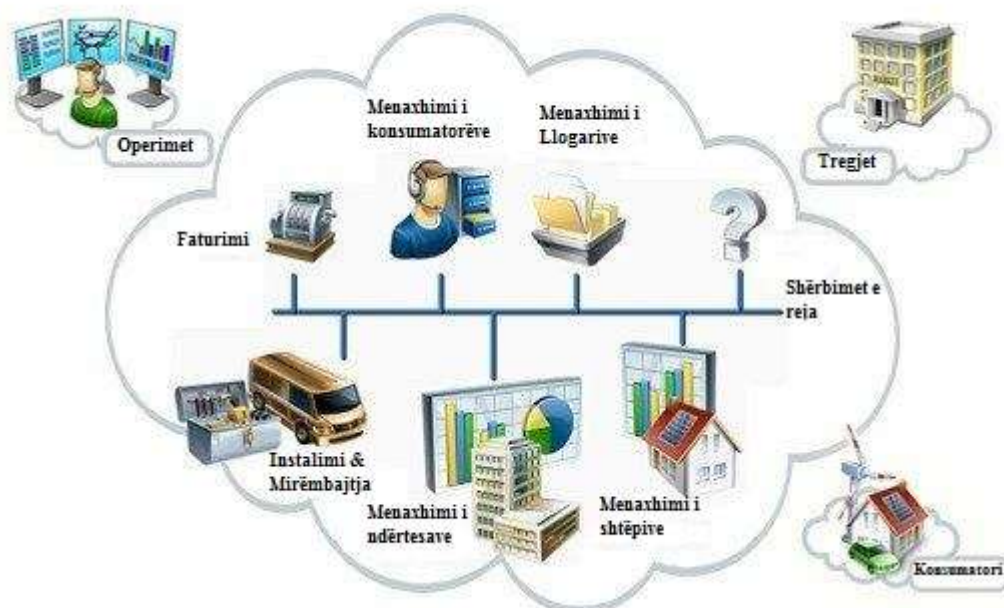


Figura 2.2.7

2.3 Standardizimi dhe legjislacioni

Në mënyrë që të kemi suksese me rrjetet e mençura, patjetër duhet të kemi grupe standardesh të themeluara mirë në mënyrë që të gjitha industritë dhe organizatat e përfshira të mund t'i shfrytëzojnë ato. Përndryshe, standardet e zhvilluara deri me tani përfshijnë një numër të konsiderueshëm të tyre.

Rrolin kryesor në standardizimin e rrjeteve të mençura e ka IEEE, ku deri tani i ka të aprovuara mbi 100 standarde të tilla, pra që lidhen me këtë natyrë dhe po ashtu ka edhe një sërë standardesh tjera që presin të aprovohen dhe gjithsesi edhe të zbatohen në praktikë, përderisa i ka në aprovim e sipër edhe mbi 150 të tilla

Në vitin 2001, Departamenti i Energjisë i SHBA-ve (DOE) filloi një seri të punësive mbi komunikimet dhe kontrollet, të fokusuara në integrimin e burimeve shpërndarëse të energjisë elektrike [114]. Një pikëvështrim i gjerë në lidhje me kalimin në rrjetet e mençura u reflektua në të ashtuquajturin GridWise të këtij Departamenti [51, 151]. Për më tepër, qeveria federale amerikane ka edhe politikën e saj të miratuar për rrjetin e mençur, e cila reflektohet përmes dy Akteve të Kongresit. I pari është Akti mbi Pavarësinë dhe Sigurinë e Energjisë i vitit 2007 [177], i cili specifikon studimet mbi gjendjen dhe sigurinë e rrjetit të mençur; po ashtu përmes këtij akti themelohet komiteti federal këshillëdhënës dhe agjencia si task force ndërqeveritare; Akti gjithashtu siguron kornizat për kërkime në teknologji, zhvillim dhe

demonstrim; ofron drejtimin e duhur rreth avancimit të aftësisë së operimit të brendshëm; dhe krijon një program të përputhshëm financimi për të inkurajuar investimet [114]. I dyti është Akti për rimëkëmbje dhe ri-investime amerikane i vitit 2009 [178], i cili përfshinë \$3.4 miliardë në investimin e Programit të Grantit Investiv në rrjetin e mençur dhe \$615 milionë për Programin e Demonstrimit të rrjetit të mençur. Rezultati i këtyre programeve pritet të çojë në një investim të kombinuar prej më shumë se \$8 miliardë në aftësitë e rrjeteve të mençura. Disa standardizime janë bërë në fusha, vende e organizata të ndryshme. Ne do të japim një listë me disa prej standardizimeve dhe studimeve kryesore të rrjeteve të mençura në këtë rend:

United States: NIST IOP Roadmap [139];

IEEE: P2030 [91];

European Union: Mandate CEN/CENELEC M/441 [62];

IEC SMB: SG 3 Roadmap [167];

Germany: BMWi E-Energy Program [187], BDI tive -Internet der Energie [93];

China: SGCC Framework [172]

Japan: METI Smart Grid roadmap [97];

Korea: Smart Grid Roadmap 2030 [182];

CIGRE: D2.24 [94];

Microsoft: SERA [131].

Disa prej studimeve të hollësishme, të cilat merren me krahasimin e rrjeteve të mençura dhe paraqitjen e përgjithshme të skemave të tyre nga vendet tjera (p.sh. Austria [155], UK [61], dhe Spanja [68]), mund të gjinden në [156, 182]. Në mënyrë që të preken të gjitha dimensionet e standardeve të ardhshme të rrjetit të mençur, është e dëshirueshme të bëhet një standardizim bashkëpunues i skemave nga vende, fusha e organizata të ndryshme. Në ndërkohë, standardet ekzistuese mund të kenë nevojë të përpunohen dhe rishikohen për t'u përshtatur me ndryshimet nga aspekti teknik, politik dhe rregullator. Duke marrë parasysh rëndësinë e standardeve IEEE, ne do të bëjmë një përshkrim të shkurtër të IEEE P2030 [91]. IEEE P2030 fokusohet në qasjen e nivelit të sistemit për sa i takon udhëzimeve për komponentet e operueshme të komunikimeve, sistemeve energjetike dhe platformave të teknologjisë informative. Operueshmëria e brendshme e rrjeteve të mençura u mundëson organizatave komunikim të mirëfilltë dhe bartje kuptimplotë të shënimeve, edhe nëse përdorin një shumëllojshmëri të sistemeve të ndryshme të informacioneve përgjatë një infrastrukture gjerësisht të ndryshme, nganjëherë edhe përgjatë kulturave dhe rajoneve të ndryshme gjeografike. IEEE P2030 e trajton rrjetin e mençur si një “sistem i sistemeve” i madh dhe kompleks, dhe i cili ofron udhëzime për të naviguar në një mori rrugësh dizajnuese të rrjetit të mençur përgjatë sistemit elektroenergjetik dhe aplikacioneve për përdorues fundorë.

Me qëllim të promovimit të zhvillimit të rrjetit të mençur, qeveritë, bota akademike, industria dhe organizatat kërkimore kanë shpenzuar shumë mund dhe energji në pilot projekte, programe dhe testime në terren. Për te pasur një ide mbi progresin e fundit, sidomos në sektorin e industrisë, po thujse në shumicën e vendeve të zhvilluara, dhe ato në zhvillim e sipër, ka projekte në implementim e sipër të kësaj natyre dhe atë kryesisht nga vetë benefitet e tyre. Këto projekte kryesisht përfshijnë njehsorin e mençur, AMI-në, rrjetin transmetues, rrjetin shpërndarës, burimet shpërndarëse, termocentralin virtual, aplikacionet në shtëpi, mikrorrjetin, veturat elektrike, dhe sistemet e integruara. Nga kjo mund të themi se në SHBA, Evropë dhe Azi Lindore tanimë ekzistojnë disa projekte të sistemeve të integruara, anipse tek jemi në fillim të transicionit në rrjet të mençur. Ashtu siç ceket edhe nga Giordano tek [76],

gati në të gjitha vendet një pjesë e madhe e investimeve po i kushtohet projekteve të cilat trajtojnë integrimin e teknologjive dhe aplikacioneve të ndryshme në rrjetin e mençur. Pjesa dërmuese e teknologjisë tanimë është e njohur por integrimi i saj paraqet një sfidë të re.

2.4 INFRASTRUKTURA E NJË SISTEMI TË MENÇUR

Vetë rëndësia e rrjeteve të mençura, në rrjedhjen e dyanshme të energjisë elektrike dhe të informacionit përkatës, shtron nevojën e themelimit të një infrastrukturë të fuqishme dhe të qëndrueshme në ndërtimin e këtyre rrjeteve. Infrastruktura e mençur mund të ndahet në tri pjesë kryesore dhe atë: nënsistemet e energjisë, të informacionit dhe atë të komunikimit. Në këtë pjesë ne do të mundohemi të trajtojmë këto elemente të infrastrukturës nga këndvështrimi i teknologjive energjetike dhe informatike me sistemin elektroenergjetik, të hulumtojmë punën ekzistuese në nënsistemin e energjisë deri më sot, dhe të identifikojmë pritshmëritë në një të ardhme jo të largët.

Siç e dimë, rrjeti energjetik tradicional është njëdrejtimësh për nga natyra [70]. Pra, energjia elektrike gjenerohet kryesisht nga elektrana përmes gjeneratorëve elektromekanik, kryesisht në hidrocentrale, apo termocentrale me djegie të fosileve, apo energjia nukleare. Në mënyrë që të ketë efikasitet më të madhe dhe përparësi sa i takon rritjes së ekonomisë, termocentralet gjeneruese janë zakonisht shumë të mëdha dhe të vendosura larg zonave me popullsi të dendur, pra fizikisht larg qendrave me kërkesë më të madhe për energji elektrike. Andaj, energjia e prodhuar elektrike duhet të kalon në tension të lartë për transmetim në rrjetin e transmisionit. Rrjeti i transmisionit dërgon energjinë deri në nëntacione përmes distancave të gjata. Pas arritjes në nënstacion, energjia do të transformohet nga niveli i tensionit të transmisionit në nivelin e tensionit të shpërndarjes. Në momentin kur energjia del nga nënstacioni futet në rrjetin e shpërndarjes. Përfundimisht, pas arritjes në lokacionin shërbyes, energjia përsëri duhet të transformohet në një nivel tjetër dhe atë nga niveli i tensionit të shpërndarjes në nivelin e tensionit të kërkuar në vendin e shërbimit. Në Fig 2.4.1 paraqitet një shembull i rrjetit të rrjetit tradicional.

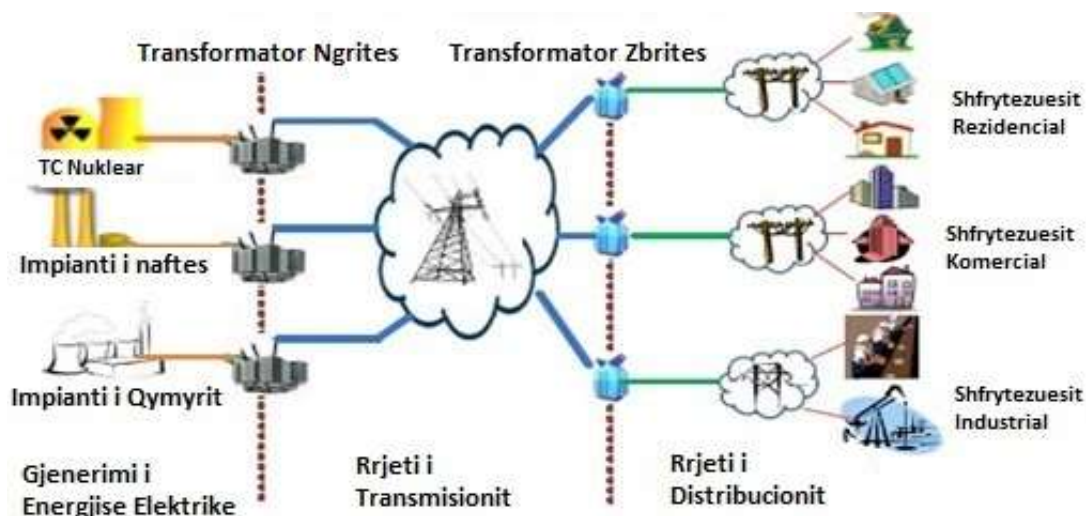


Figura 2.4.1 Paraqitja skematike e një rrjeti tradicional

Për dallim nga rrjeti tradicional i sistemit të energjisë, gjenerimi i energjisë elektrike si dhe modeli i rrjedhjes së energjisë në një rrjet të mençur janë shumë më fleksibël. Për

shembull, rrjeti i shpërndarjes mundet (në vend të dërgimit të energjisë tek konsumatorët e fundit) edhe të jetë në gjendje të gjenerojë energjinë elektrike, duke përdorur panelet solare apo turbinat nga era, etj. Shih për këtë, për një analizë më të saktë, ne do të ndajmë nënsistemin e energjisë në tre komponente kryesore si: gjenerimin e energjisë, rrjetin e transmissioinit dhe rrjetin e shpërndarjes.

2.4.1 Gjenerimi i energjisë

Gjenerimi i energjisë elektrike është një proces i gjenerimit të energjisë elektrike nga format e tjera të energjisë, si gazi natyror, qymyri, energjia nukleare, dielli dhe era. Gjatë viteve 1820 dhe në fillim të vitit 1830, shkencëtari britanez Michael Faraday zbuloi parimet fundamentale të gjenerimit të energjisë elektrike: energjia elektrike mund të gjenerohet përmes lëvizjes së një dege të telave apo një disku të bakrit mes poleve të një magneti, një parim ky që akoma gjen përdorim sot. Ka shumë burime energjetike që përdoren për të prodhuar rrymë, varësisht nga burimet natyrore me të cilat posedojnë vendet e ndryshme anekënd botës. Pasi që lëndët djegëse fosilore harxhohen në pa kthim dhe në përgjithësi janë duke u bërë të kushtueshme, pritet që energjia e ripërtëritshme të luajë një rol më të rëndësishëm në gjenerimin e energjisë elektrike në të ardhmen. Në Fig. 2.4.2 është paraqitur grafikisht pjesëmarrja e burimeve të ndryshme në furnizimin e kërkesës sot në botë [186].

Për dallim nga gjenerimi i energjisë elektrike në rrjetin tradicional, gjenerimi i energjisë në rrjetin e mençur bëhet i mundshëm pasi që mbështetet në rrjedhën e dyanshme, të rrymës dhe të informacionit. Paradigma kryesore e gjenerimit të rrymës, e mundur nga rrjeti i mençur, do të jetë gjenerimi i shpërndarë (DG). Gjenerimi i shpërndarë me qëllim të përmirësimit të kualitetit, cilësisë dhe besueshmërisë së energjisë elektrike, shfrytëzon sistemet e burimeve të energjisë elektrike të shpërndara (DER) (p.sh. panelet solare dhe turbinat e vogla me erë), të cilat shpesh janë gjeneratorë me madhësi të vogël (kryesisht në rangun e 3 kW deri 10,000 kW). Për shembull, një mikro-rrjet, i cili është një grupim i lokalizuar i gjeneratorëve dhe ngarkesave, mund të shkyçet nga makro-rrjeti ashtu që gjeneratorët shpërndarës vazhdojnë të japin rrymë për përdoruesit në këtë mikro-rrjet pa e marrë energjinë nga jashtë. Kësisoj, çrregullimi në makro-rrjet mund të izohet dhe kualiteti i furnizimit të rrymës përmirësohet. Një studim [95] nga Agjencia Ndërkombëtare për Energji, ka nënvizuar se një sistem energjetik i bazuar në një numër të madh të gjeneratorëve të vegjël të besueshëm, mund të operojë me besueshmëri të njëjtë dhe me margjinë më të ulët të kapacitetit sesa një sistem me gjeneratorë të besueshëm por barabar të mëdhenj. Një analizë rreth teknologjive të ndryshme për gjeneratorë të energjisë, siç janë mikroturbinat, panelet fotovaltik, elementet e lëndëve djegëse dhe turbinat e energjisë nga era, mund të gjinden në [194].

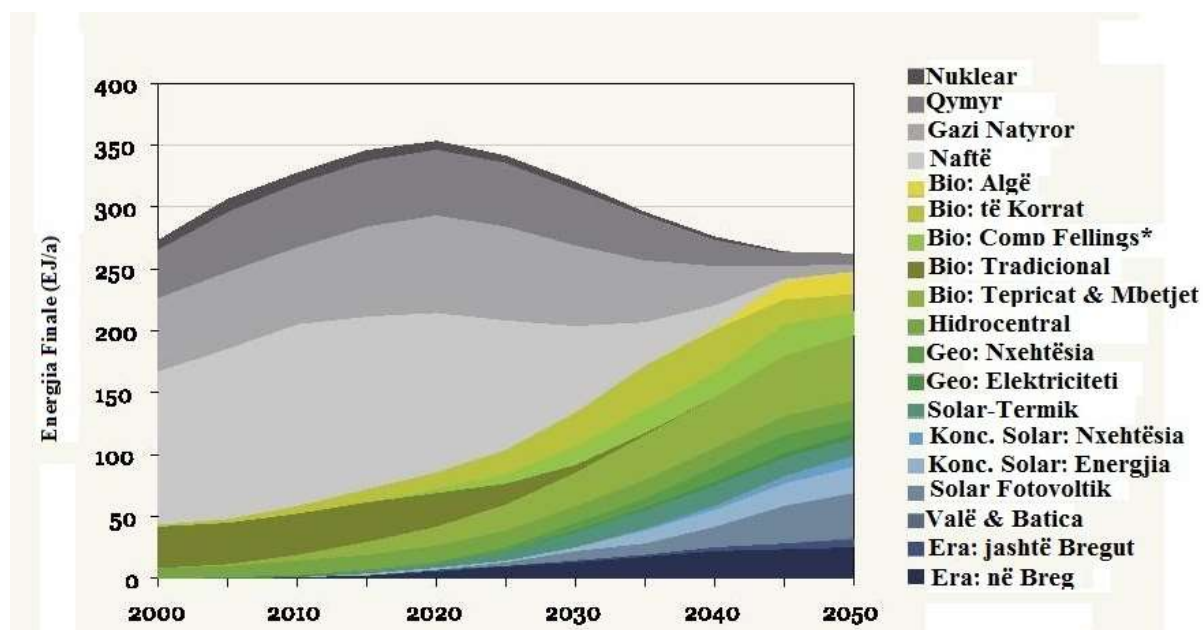


Figura 2.4.2. Furnizimi me energji elektrike sipas burimeve ne bote.

Sidoqoftë, implementimi i gjeneratorëve të shpërndarë (DG) në një rrjet, nuk është një propozim i lehtë për shkak të disa arsyeve. E para, një gjenerator i tillë kërkon shpërndarje të madhe për gjenerim nga burimet e ripërtëritshme, siç janë burimet solare dhe nga era, e që megjithatë produkti/të ardhurat nga to, varen shumë prej luhatjeve të mëdha që kanë në këtë rast era apo ditët me diell. Në përgjithësi, modelet e gjenerimit të energjisë, të cilat rezultojnë nga këto burime të ripërtëritshme dhe modelet e kërkesës për energji elektrike nga konsumatorët, janë larg të qenurit të barabartë [135]. Për këtë arsye, është e rëndësishme që të realizohet shfrytëzimi efektiv i gjeneratorëve të shpërndarë (DG), të vetëdijshëm mbi ndryshimet sa i takon produktit/të ardhurave nga burimet e ripërtëritshme. E dyta, autorët e [114, 194], kanë paraqitur faktin se kostot e zakonshme të operimit të gjeneratorëve të shpërndarë për gjenerimin e një njësie të energjisë elektrike, janë të larta krahasuar me ato të kostove të prodhimit nga termocentralet e mëdha tradicionale. Duke marrë parasysh përfitimet potenciale nga gjeneratorët e shpërndarë, lidhur me kualitetin e energjisë, është esenciale që të bëhen kërkime sistematike mbi atë se si të balancohen kostot e larta kapitale dhe furnizimet e besueshme të energjisë së prodhuar nga këta gjeneratorë.

Ndonëse në ditët e sotme jemi dëshmitar të një përfshirje të kufizuar të gjeneratorëve të shpërndarë në sistemin energjetik, në të ardhmen me një rrjetë të mençur megjithatë pritet të përfshihet një numër më i madh i gjeneratorëve të shpërndarë, për të formuar kështu një sistem shumë më të decentralizuar energjetik, ashtu siç parashihet edhe në [95]. Ky proces mund të evoluojë nga sistemi aktual në tre etapa:

1. Akomodimi i gjeneratorëve të shpërndarë (DG) në sistemin aktual energjetik;
2. Jetësimi i një sistemi të decentralizuar të gjeneratorëve të shpërndarë (DG), duke bashkëpunuar me sistemin e centralizuar energjetik;
3. Furnizimin e pjesës dërmuese të energjisë nga gjeneratorët e shpërndarë (DG), dhe një sasi të limituar nga gjenerimi i centralizuar konvencional.

Duke pasur parasysh se gjeneratori i shpërndarë i mundëson konsumatorëve (përdoruesve) të përzgjedhin gjeneratorët e vet, atëherë një pozicionim i tillë i gjeneratorëve, në një nivel të gjerë, do të shkaktojë edhe ndryshim të metodologjisë së dizajnit të rrjetit tradicional të energjisë, në të cilën gjeneratorët janë të konektuar në rrjetin e transmissi-

(shih Fig. 2.4.1). Zhvillimi dhe shpërndarja e tillë e këtyre gjeneratorëve do të çojë tutje në konceptin e të ashtuquajturit Termocentral Virtual (VPP), i cili menaxhon një grup të madh të gjeneratorëve për shpërndarje me një kapacitet total të ngjashëm me atë të termocentralit konvencional [135]. Ky grumbull i gjeneratorëve të shpërndarë operon në formë kolektive nga një komandues qendror. Forma e bashkërenduar e operimit ofron përfitime shtesë, siç është ajo e aftësisë për të dërguar rrymë gjatë ngarkesës maksimale (pikut) apo mundësia për planifikim të shpejtë të gjenerimit të energjisë në kohë ngarkese. Një central i tillë virtual (VPP) mund të zëvendësojë centralin konvencional, duke ofruar efikasitet më të lartë dhe fleksibilitet më të madh. Duhet pas parasysh se fleksibiliteti më i madh mundëson që sistemi të reagon më mirë karshi luhatjeve. Por gjithsesi duhet mos harruar faktin se edhe VPP është një sistemi kompleks i cili kërkon një optimizim të komplikuar, kontrollim dhe siguri të metodologjisë së komunikimit.

Nga hulumtimi i literaturës mund të gjinden shume punime që merren me analizimin e centraleve virtuale (VPP) tradicionale [22,40,123, 191, 192]. Së këndejmi, nga hulumtimi i shumë artikujve dhe autorëve të ndryshëm, shohim se ekzistojnë opsione të ndryshme në aplikimin dhe optimizmin e centraleve të tilla virtuale, varësisht nga këndvështrimi që marrin për bazë në studimet e tyre. Është e udhës të ceket se, në fakt, përfundimet janë tejet interesante. Si p.sh autori Anderson tek [22] ka synuar të gjejë dhe të përshkruajë një kornizë të përshtatshme softuerike, e cila mund të përdoret për të ndihmuar në implementimin e konceptit të centralit virtual (VPP) në sistemet e ardhshme energjetike, dhe ka nënvizuar rëndësinë e arkitekturës të orientuar kah shërbimi në implementimin e centraleve virtuale (VPP). Autori tjetër Caldon tek [40] ka propozuar një optimizim të bazuar në kosto për harmonizimin e operimit të njëkohshëm të operatorit të sistemit të shpërndarjes dhe të centralit virtual (VPP), të cilat edhe pse veprojnë në formë të pavarur, mund të koordinohen përmes sinjaleve të përshtatshme ekonomike. Autori Lombardi tek [123] është fokusuar në optimizimin e strukturës së centralit virtual (VPP). Duke përdorur sistemin e menaxhimit të energjisë, mund të kontrollohet centrali virtual (VPP), me qëllim të minimizimit të kostove për prodhim të energjisë dhe të evitimit të humbjeve të energjisë së ripërtëritshme. Autori You tek [191] ka propozuar central virtual (VPP) të bazuar në treg, i cili shfrytëzon sinjalet e ofertave dhe çmimeve, si dy operacione opsionale, dhe ofron njësi individuale të burimeve të energjisë për shpërndarje me qasje në tregjet aktuale të energjisë elektrike. Autori You tek [192] ka propozuar një model të përgjithshëm (gjenerik) të centralit virtual (VPP), duke funksionuar në një mjedis me treg të liberalizuar të energjisë, dhe ka tentuar të ofrojë një përshkrim të funksioneve kryesore, të cilat janë të domosdoshme për operim efikas të këtij modeli të përgjithshëm (gjenerik) të centralit virtual (VPP).

2.4.2 Rrjeti i Transmisionit

Në pjesën e rrjetit të transmisionit, faktorët përcaktues dhe sfidat në vazhdimësi për ndërtimin e infrastrukturës së re (dihet se vazhdimisht ka kërkesa në rritje për shkak të ngarkesës përderisa infrastruktura vjetrohët dhe amortizohët shpejt) dhe teknologjitë e reja inovative (materialet e reja, teknologjia dhe elektronika e avancuar energjetike, së bashku me teknologjinë e komunikimit), nxisin zhvillimin e rrjeteve të mençura të transmisionit. Ashtu siç ceket edhe në studimin [108], rrjeti i mençur i transmisionit mund të konsiderohët si një sistem i integruar i cili funksionalisht përbëhet prej tre komponenteve kryesore interaktive:

qendrat e mençura të komandimit në transmetim, rrjetet e mençura të transmetimit të energjisë elektrike dhe nënstacionet e mençura të transmetimit.

Bazuar në qendrat ekzistuese të kontrollit (komandimit), qendrat e ardhshme të mençura mundësojnë posedimin e shumë veçorive tjera të reja, siç është p.sh. aftësia analitike për analizë, monitorim dhe vizualizim.

Rrjetet e mençura të transmisionit ndërtohen konceptualisht mbi infrastrukturën ekzistuese të transmisionit të rrymës. Por, dalja në skenë e teknologjive të reja (p.sh. materialet e reja, elektronika, sensorët, komunikimi, llogaritja dhe përpunimi i sinjaleve) mund të ndihmojë në përmirësimin e shfrytëzimit të energjisë, kualitetin e energjisë dhe besueshmërinë e sigurinë e sistemit, duke nxitur kështu zhvillimin e një kornize të re të arkitekturës për rrjetet e transmisionit.

Vizioni i nënstacionit të mençur ndërtohet mbi teknologjitë ekzistuese të automatizimit gjithëpërfshirës të nënstacioneve. Ndonëse konfiguracionet bazike të nënstacioneve me tension të lartë nuk kanë ndryshuar dhe aq përgjatë këtyre viteve, megjithatë vitet e fundit janë përshkruar me një ndryshim të madh për sa i takon pajisjeve të monitorimit, matjes dhe komandimit [34]. Karakteristikat kryesore të një nënstacioni të mençur janë digjitalizimi, automatizimi, koordinimi dhe vet-rregullimi i tyre. Duke u mbështetur në këto veçori, nënstacioni i mençur është në gjendje të reagojë shpejt dhe të ofrojë siguri të shtuar për operatorët në treg. Shkurt, me një platformë të zakonshme të digjitalizuar, është i mundur një fleksibilitet më i madh në komandim dhe operim të rrjetit të transmisionit, pastaj edhe ka më shumë mundësi për veprime inteligjente, dhe për më tepër fuqizohet elasticiteti dhe qëndrueshmëria e rrjetit.

2.4.3 Rrjeti i shpërndarjes

Për rrjetin e shpërndarjes, problemi më i rëndësishëm është se si të dërgohet energjia për t'i shërbyer më mirë konsumatorëve fundorë. Mirëpo, për faktin se shumë gjeneratorë për shpërndarje do të integrohen në një rrjet të mençur të shpërndarjes, kjo në njërën anë do të rrisë fleksibilitetin e sistemit për gjenerim të energjisë, por në anën tjetër do ta komplikojë edhe më shumë kontrollin e rrjedhjes së energjisë, duke bërë kështu të domosdoshme kryerjen e hulumtimeve të shpërndarjes së energjisë në rrjet më të mençur dhe në mekanizmat e dërgimit të energjisë.

Njëlloj me rastin tek pjesa e gjenerimit, edhe këtu mund të gjejmë shumë studime interesante kërkimore të cilat trajtojnë shqetësimet e ngritura. Një i tillë është bërë nga autori Takuno tek [235]. Ai ka propozuar dy sisteme të brendshme (shtëpiake) shpërndarëse të energjisë, në të cilën informacioni vendoset në vet energjinë elektrike dhe energjia elektrike shpërndahet sipas atij informacioni. I pari është sistemi i ndërprerësit të qarkut, i bazuar në shpërndarjen e energjisë në rrymë atlernuese (AC), dhe sistemi tjetër në rrymë një kahore (DC), pra përmes paketave apo llojit të energjisë. Kini parasysh se paketi apo lloji i energjisë, është një detyrë interesante por edhe sfiduese pasi që kërkon edhe pajisje të ndërprerësve të tensionit të lartë. Hulumtuesit kanë treguar se transistorët nga silikoni i karabitit me fushë elektrike, janë në gjendje të formësojnë paketat apo llojet e energjisë [173]. Kësisoj, sistemi i propozuar në [235] ka potencial si një ruter inteligjent i energjisë. Më saktë, energjia elektrike e furnizuar nga burimet energjetike ndahet në disa njësi të ngarkesës. Pjesa e sipërme dhe e poshtme, janë të ngjitura në njësi për të formuar paketën e energjisë elektrike. Kur ruteri pranon paketat, ato renditen sipas adresave në pjesën e sipërme dhe pastaj dërgohen në

ngarkesat përkatëse. Duke e përdorur paketën me energji, sigurimi i energjisë rregullohet lehtë duke kontrolluar numrin e paketave të dërguara. Pos kësaj, shumë pajisje elektrike shtëpiake punojnë përmes rrymës njëkahore (DC) dhe i kanë të instaluar qarqet e konvertimit të energjisë për të kaluar në tensionin hyrës alternativ AC. Kështu, është i mundshëm distribuimi i energjisë bazuar në rrymën njëkahore (DC). Këto sisteme do të mundësojnë efikasitet më të madh të sistemeve shpërndarëse brenda shtëpisë dhe do e bëjë më të lehtë kontrollimin e rrjedhjes së energjisë.

2.4 INFRASTRUKTURA E MENÇUR: SISTEMI – NËNSISTEMI I MENÇUR I INFORMACIONIT

Zhvillimi dhe evoluimi i rrjetit të mençur nuk mbështetet vetëm në avancimin e teknologjisë së pajisjeve energjetike, por edhe në përmirësimin e monitorimit, analizës, optimizimit dhe kontrollimit të sofistikuar kompjuterik, nga lokacionet tërësisht të centralizuara të kompanive përkatëse deri tek rrjetet e transmisionit dhe shpërndarjes. Një pjesë e madhe e shqetësimeve mbi shpërndarjen automatike duhet të trajtohet nga pikëpamja e informacionit, siç është çështja e shkëmbimit të informacionit mbi operimet e brendshme dhe e integritetit të vet pajisjeve, pastaj mbi sistemet dhe aplikacionet, si e atyre ekzistuese ashtu dhe atyre në të ardhmen [109]. Për këtë arsye, përdoret edhe nënsistemi i informacionit, pra me fjalë tjera për të mbështetur vetë gjenerimin e informacionit, modelimin, integrimin, analizën dhe optimizimin e këtij informacionit në kontekst të rrjetit të mençur.

Rrjedhimisht, në këtë pjesë do të koncentrohemi në nënsistemin e mençur të informacionit. Fillimisht do të eksplorojmë informacionin mbi matjen dhe kalkulimin, e cila gjeneron informacione nga entitetet e fundit (p.sh. njehsorët e mençur, sensorët dhe njësitë për matje fazore) në një rrjet të mençur. Ky informacion përdoret për shume qëllime, si për faturim, monitorim të gjendjes së rrjetit dhe kontrollim të zbatimit nga përdoruesi. Pastaj, do të merremi me eksplorimin e menaxhimit të informatave, duke përfshirë modelimin e të dhënave, analizën e informacionit, integrimin dhe optimizimin.

2.5.1 Informatat e matjeve dhe kalkulimeve

Duke u bazuar në literaturë të ndryshme për studime rreth informatave të matjeve dhe kalkulimeve, i klasifikojnë ato në matje të mençura dhe në monitorimin dhe kalkulimet e mençura, e kjo e fundit ndahet në dy grupe, atë në sensorë dhe në njësitë e matjes fazore. Këtë klasifikim do ta shpjegojmë në vijim.

2.5.1.1 Matja e mençur

Matja e mençur (matja nga njehsori i mençur) është mekanizmi më i rëndësishëm i përdorur në rrjetet e mençura për marrjen e informacioneve prej pajisjeve dhe aplikacioneve të përdoruesve fundorë, duke kontrolluar në të njëjtën kohë edhe sjelljen e vetë pajisjeve. Sistemet e infrastrukturës së matjes automatike (AMI) [83], të cilat edhe vet janë të ndërtuara mbi sistemet e leximit automatik të njehsorit (AMR) [154], konsiderohen gjerësisht si një strategji logjike për të realizuar rrjetin e mençur. AMR është teknologji e grumbullimit në

mënyrë automatike të të dhënave rreth konsumit, ngjarjeve e diagnostifikimit, dhe të gjendjes nga pajisjet e matjes së energjisë, si dhe transferimi i këtyre të dhënave në databazën qendrore për faturim, identifikim të defekteve dhe analizave të ndryshme. AMI dallohet nga AMR tradicional në atë se mundëson komunikime të dyanshme (marrje dhe dhënie e informacioneve) me njehsorin. Kësisoj, bëhet e mundur që gati të gjitha informacionet të jenë në dispozicion në kohë reale dhe sipas kërkesës, duke mundësuar kështu përmirësimin e operimit të sistemit dhe menaxhimin e mirëfilltë të kërkesës nga konsumatorët. Njehsorët e mençur, të cilët mbështesin komunikimin e dyanshëm mes njehsorit dhe sistemit qendror, janë të ngjashëm në shumë aspekte me njehsorët AMI, bile nganjëherë edhe trajtohen si pjesë e AMI. Njehsori i mençur është zakonisht një njehsor elektrik i cili regjistron konsumin në intervalet e ndryshme kohore (një orësh apo edhe më pak) dhe e dërgon këtë informacion së paku në baza ditore tek kompanitë për qëllime të monitorimit dhe faturimit të konsumatorëve [65]. Gjithashtu, njehsori i mençur ka aftësi të bëjë shkyçje dhe rikyçje nga distanca dhe të kontrollojë aplikacionet dhe pajisjet e përdoruesit, për të mundësuar kështu menaxhimin e ngarkesave dhe kërkesës brenda “ndërtesave të mençura” në të ardhmen.

Në Fig. 2.5.1 paraqitet një skenar tipik i përdorimit të njehsorit të mençur. Njehsori grumbullon informatat e konsumit të energjisë elektrike të një enëlarëse, TV-së dhe frigoriferit dhe gjithashtu i dërgon ato tek komandat kontrolluese, nëse është e domosdoshme. Të dhënat e gjeneruara nga njehsorët e mençur në ndërtesat e ndryshme transmetohen në një grumbullues të shënimeve/koncentrator. Ky grumbullues mund të jetë pikë e aksesit apo portë. Këto të dhëna pastaj dërgohen tutje në ndërmarrjen energjetike apo në nëstacionin e distribuimit.

Nga pikëpamja e konsumatorit, njehsori i mençur ofron një numër të përfitimeve potenciale. Për shembull, përdoruesit fundorë janë në gjendje të llogarisin faturat e veta dhe kështu të kenë mundësi të menaxhojnë konsumin, për të kursyer dhe reduktuar faturat e tyre. Nga pikëpamja e ndërmarrjes, ata mund t’i përdorin njehsorët e mençur për të realizuar përcaktimin e çmimit në kohë reale, i cili veprim tenton t’i inkurajojë përdoruesit të reduktojnë apo të zhvendosin kërkesat e tyre në periudhat e ngarkesës jashtë pikut, apo të optimizohen rrjedhjet e energjisë në bazë të informacioneve të dërguara nga ana e kërkesës.

2.5.1.2 Monitorimi dhe matja (kalkulimi)

Një funksion i rëndësishëm në vizionin e rrjeti të mençur, është monitorimi dhe matja e gjendjes së rrjetit. Në vijim do të analizojmë dy qasjet kryesore të monitorimit të matjes, pra sensorët dhe njësitë e matjes fazore.

Sensorët: Sensorët apo rrjeti i sensorëve përdoren tanimë si qasje e monitorimit dhe matjes për qëllime të ndryshme [18]. Me qëllim të detektimit të defekteve mekanike në rrjetet energjetike, siç janë defektet në përçues, dështimet/prishjet e shtyllave, pikat e nxehta dhe kushtet ekstreme mekanike, Leon tek [106] ka propozuar që rrjeti i sensorëve duhet të integrohet në rrjetin energjetik dhe të ndihmojë në vlerësimin e kushteve mekanike dhe elektrike në kohë reale të linjave të transmetimit, të paraqesë pamjen komplete fizike dhe elektrike të sistemit energjetik, të diagnostifikojë defektet e atypëratyshme, dhe atë në mënyrë të vazhdueshme, dhe të determinojë masat e mirëfillta komanduese të cilat mund të kryhen automatikisht, apo të cilat mund të sugjerohen për operatorët e sistemeve, në momentin kur ndodhen para një gjendje ekstreme mekanike apo elektrike në linjat e transmetimit të sistemit energjetik.

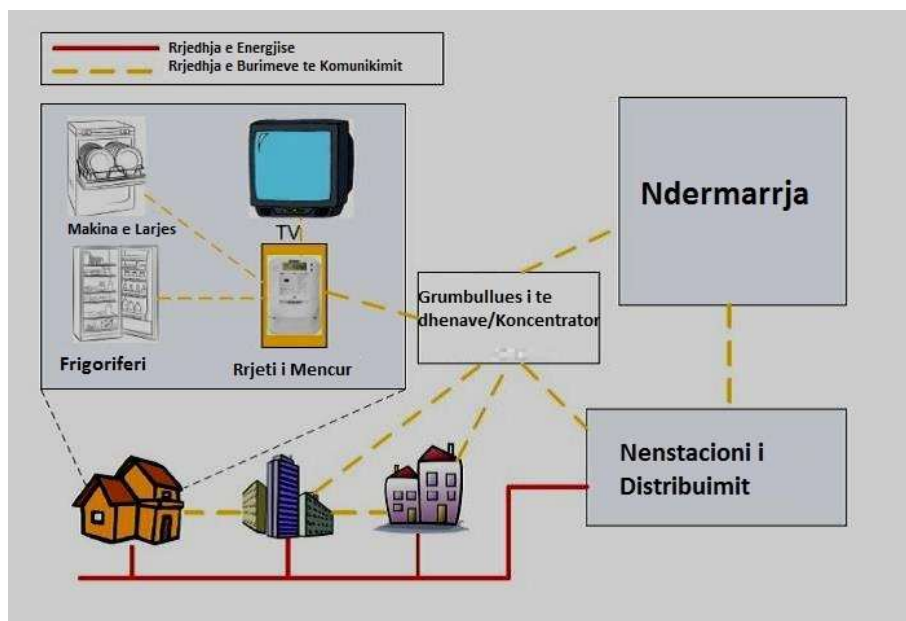


Fig. 2.5.1: Një shembull i strukturës së njehsorit të mëcur:

Në veçanti, rrjeti wireless i sensorëve (WSNs), duke marrë parasysh edhe koston e ulët të tij, mund të ofrojë një platformë të realizueshme dhe kost-efektive të ndjesimit dhe komunikimit, për sistemin nga distanca të monitorimit dhe diagnostifikimit. Me ndihmën e WSN, mund të detektohet madje edhe një pasiguri e vetme në rrjetin energjetik dhe e njëjta të izolohet përpara se të shkaktojë efekte shkallëzuese, dhe të çojë në prishje më katastrofale të sistemit në tërësi[80].

Sidoqoftë, përdorimi i rrjetit të sensorëve në rrjetet e mëçura ka shumë kërkesa si:

- 1) Kërkesat e kualitetit të shërbimeve (QoS): Informacionet e gjeneruara nga rrjeti i sensorëve mund të përcillet me disa të dhëna për kërkesa të kualitetit të shërbimeve (QoS), siç janë besueshmëria, gjendja latente dhe gjendja përgjatë rrjetit. Për shembull, të dhënat e nxjerra me sensor, të cilat janë kritike në lidhje me defektet e rrjetit, duhet të pranohen me kohë nga kontrolluesi.
- 2) Kufizimet e resurseve: nyjat sensorike janë pajisje kryesisht me kosto të ulët dhe të limitura për nga resursi. Kësisoj këto programet kontrolluese për rrjetin e sensorëve duhet të jenë eficientë në përdorimin e energjisë.
- 3) Mirëmbajtja dhe konfigurimi nga distanca: Duhet të ketë mundësi që sensorët të qasen nga distanca dhe të mund të konfigurohen poashtu, kështu që rrjeti i sensorëve të mund të mirëmbahet nga distanca, në mënyrë të përshtatshme dhe me shpejtësi.
- 4) Kërkesat për siguri të lartë: Siguria është shumë e rëndësishme për sistemet elektro-energjetike. Duke i manipuluar sensorët, sulmuesit mund të rrezikojnë operimin e rrjetit energjetik.
- 5) Kushtet e ashpra mjedisore: Në mjediset ku rrjetet e mëçura janë të vendosura, sensorët mund të nënshtrohen interferencës nga radio frekuenca (RF), pastaj mjedisëve akustike, mjedisëve me lagështi të madhe, vibrimeve, papastërtisë dhe pluhurit, apo kushteve tjera të cilat mund të shkaktojnë mosfunksionim të një pjese të nyjave sensorike. Për këtë arsye, dizajni i rrjetit të sensorëve duhet ta ketë në konsideratë kërkesën e mbijetesës, pra, rrjeti i sensorit të jetë akoma i konektuar apo zonat kritike të mund akoma të monitorohen edhe nëse disa prej sensorëve dështojnë së operuari.

Njësia e matjes fazore: Zhvillimet e fundit në rrjetet e mëçura kanë nxitur interes në njësitet e matjes fazore (PMUs), për të ndihmuar në krijimin e një infrastrukture të besueshme

të transmissiionit dhe distribuimit të energjisë [25]. PMU bën matjen e valëve elektrike në rrjetin elektrik, për të përcaktuar gjendjen dhe shëndetin e sistemit energjetik. Shikuar nga aspekti teknik, fazori është një numër kompleks i cili përfaqëson këndin e madhësisë dhe të fazës të valëve sinus të hasura në rrymë. Matjet fazore të cilat shfaqen në të njëjtën kohë quhen sinkrofazore, siç quhen edhe pajisjet PMU të cilat mundësojnë matjen e tyre. Në mënyrë tipike, leximet me PMU merrren nga lokacionet e shpërndara gjithandej në rrjetin e sistemit energjetik dhe sinkronizohen duke përdorur pozicionimin global (GPS) të orës së radios. Me një numër të madh të PMU-ve, si dhe mundësisë për të krahasuar format nga leximet e rrymës asinkron (AC) kudo në rrjet, operatorët e sistemit mund të përdorin të dhënat mostra për të matur gjendjen e sistemit energjetik dhe për të reaguar karshi kushteve të sistemit, në mënyrë të shpejtë dhe dinamike.

Kërkimet e mëhershme në aplikacionet e teknologjisë së PMU janë fokusuar kryesisht në miratimin e modelit të sistemeve dhe të analizave të sakta pas mbarimit. Por tani, me mundësinë që jepë PMU për grumbullimin e të dhënave në shkallë të gjerë dhe në kohë reale, operatorët e sistemit kanë mundësinë e vendosjes së procedurave për vlerësimin e gjendjes së sistemit dhe për funksionalitetet e mbrojtjes së sistemit në rrjetet energjetike, me synim që sistemi energjetik të jetë imun karshi defekteve katastrofale. Ne disa vende të ndryshme si, Brazili, Kina, Franca, Japonia, Korea Jugore, Meksiko, Norvegjia, dhe SHBA-të, janë instaluar PMU-të në sistemin e rrjetit të tyre për kërkime, apo janë në fazën e zhvillimit të prototipeve [195]. Instalimi i PMU-ve në rrjetet e transmissiionit të sistemeve më kryesore energjetike është shndërruar në një aktivitet të rëndësishëm.

Pos kësaj, hulumtimi i PMU-së është një zonë eksituese që po eksplorohet tërë kohën, si nga industria ashtu edhe nga bota akademike. Industria është duke hulumtuar se si të instalohet PMU, të grumbullohen të dhënat dhe të vendoset komunikimi i transferimeve të këtyre të dhënave me qendrat e kontrollit në ndërmarrje [92, 143].

2.5.2 Menaxhimi i informatave

Në rrjetin e mençur, një numër i madh i të dhënave dhe informatave do të gjenerohen nga procesi i matjes, monitorimit, ndjesimit me sensorë, etj., ku rrjetet e mençura duhet ta mbështesin menaxhimin e avancuar të informatave. Detyra e menaxhimit të informatave është modelimi i të dhënave, analiza e informatave, integrimi dhe optimizimi i tyre.

2.5.2.1 Modelimi i të dhënave

Ashtu siç konstatohet edhe në IEEE P2030 [109], synimi i modelimit të të dhënave nga teknologjia informatike e rrjetit të mençur, është ofrimi i një udhëzuesi për të krijuar një përfaqësim të të dhënave në mënyrë të qëndrueshme, kompatible, me mundësi transferimi dhe me mundësi editimi, për përdorim brenda rrjetit të mençur. Me fjalë tjera, objektivi është që të dhënat të bëhen sa më të operueshme të mundshme nga aspekti i brendshëm, duke përdorur standardet relevante. Kjo në mënyrë specifike i atribuohet të dhënave të cilat përfaqësojnë informacione mbi gjendjen e rrjetit dhe elementeve të tij veç e veç. Kjo do të përfshinte gati të gjitha elementet e konektuara nga gjenerimi deri tek pajisjet individuale të konsumit. Të gjitha këto elemente kanë informata mbi gjendjen, të cilat mund të lexohen, të ruhen, të transmetohen, etj.

Është shumë i rëndësishëm modelimi i të dhënave, së pari sepse, shkëmbimi i informatave mes dy elementeve të aplikacionit është kuptimplotë vetëm kur të dyja mund ta përdorin informacionin e shkëmbyer për të kryer detyra të caktuara. Kështu, struktura dhe domethënia e informacionit të shkëmbyer duhet të jetë e kuptueshme për të dyja elementet e aplikacionit. Ndonëse brenda kontekstit të një aplikacioni, megjithatë zhvilluesit mund të kenë vështirësi në qartësimin e informacionit, gjatë ndërlidhjeve të ndryshme të përdoruesve, në momentin kur informacioni transferohet në kontekstin tjetër (sistemin tjetër), pasi që domethënia do të mund të humbej për shkak të përfaqësimit jokompatibil të të dhënave. Duke marrë parasysh se rrjeti i mençur është një sistem i komplikuar i sistemeve, atëherë është e rëndësishme që të bëhet dizajnimi i një përfaqësimi përgjithësisht efektiv të të dhënave.

E dyta, modelimi i të dhënave lidhet edhe me kompatibilitetin përpara dhe mbrapa të sistemit. Në njërën anë, modeli i definuar mirë i të dhënave duhet të mundësojë lehtësi në përshtatjet e programeve nga e kaluara. Shpresojmë që përfaqësimi i të dhënave, i paracaktuar për rrjetin e mençur, mundet edhe (bile së paku pjesërisht) të kuptohet nga sistemi aktual energjetik në mënyrë që të shfrytëzohet infrastruktura ekzistuese sa më shumë që është e mundur. Në anën tjetër, deri tani rrjeti i mençur është më shumë se një vizion. Definicioni dhe funksionaliteti i tij po evoluojnë gjatë tërë kohës.

2.5.2.2 Analiza, e Informatave, Integrimi, dhe Optimizimi

Analiza e informatave është proces i nevojshëm për të ndihmuar në procesimin, interpretimin dhe korrelacionin e vërshimit të observimeve, pasi që futja në shkallë të gjerë e sistemeve të matjes dhe monitorimit në rrjetin e mençur, do të gjenerojë një sasi të madhe të të dhënave për ndërmarrjen. Ashtu siç përmendet edhe në [91], një pjesë e analitikës do të kryhej përmes aplikacioneve ekzistuese, dhe pjesa tjetër e dimensionit analitik është me aplikacionet e reja, dhe aftësia e inxhinierëve për të përdorur tavolinën e punës për të krijuar panelin e tyre analitik, adekuat me modelin e vet-shërbimit. Integrimi i informatave synon bashkimin e informatave nga burimet e ndryshme me përfaqësime dalluese konceptuale, kontekstuale dhe tipografike. Në rrjetin e mençur, një numër i madh i informatave duhet të integrohet. E para, të dhënat e gjeneruara nga komponentet e reja, të mundësuar në rrjetin e mençur, mund të integrohen në aplikacionet ekzistuese, dhe shënimet e ruajtura në sistemet e së kaluarës mundën poashtu të përdoren nga aplikacionet e reja në rrjetin e mençur, për të ofruar interpretime të reja. Përmes IEEE P2030 [91] mund të shihet se integriteti i të dhënave dhe emri i shërbimeve duhet gjithsesi të merren parasysh me rastin e integritetit të informatave. Integriteti i të dhënave përfshinë verifikimin dhe tej korrelacionin e informatave për miratim, emërtimin e burimeve autoritative, si dhe kush janë përgjegjësit prej personelit të caktuar i cili i posedon të dhënat. Emri i shërbimit adreson çështjen e zakonshme të një asemi i cili ka disa emra në disa sisteme të ndryshme.

E dyta, aktualisht shumica e kompanive ndërmarrëse kanë aftësi instaluese të kufizuar për sa i takon integritetit përgjatë aplikacioneve të cilat lidhen me planifikimin e sistemit, dërgimin e energjisë dhe operimet e konsumatorit. Në shumicën e rasteve këto informata, prej secilit departament, janë vështirë të qasshme nga aplikacionet dhe përdoruesit e departamenteve apo organizatave tjera. Këta “ishuj të informatave” përbëhen prej ishujve të aktiviteteve të pavarura afariste. Për këtë arsye, dalja në përdorim e rrjetit të mençur kërkon edhe nevojën që të bëhet integrimi në nivel të ndërmarrjes të këtyre ishujve për të përmirësuar dhe optimizuar shfrytëzimin e informatave përgjatë gjithë organizatës [96, 157].

Optimizimi i informatave përdoret për të përmirësuar efektivitetin. Madhësia e të dhënave në rrjetin e mençur në të ardhmen pritet të jetë goxha e madhe, si rezultat i monitorimit në shkallë të gjerë, ndjesimit (sensorët) si dhe matjes. Sidoqoftë, të dhënat e gjeneruara mund të kenë një sasi të madhe të të dhënave të tepërta apo të padobishme. Për këtë arsye, duhet të përdorim teknologjinë e avancuar informatike për të përmirësuar efektivitetin e informatave në mënyrë që kështu të reduktohet barra e komunikimit dhe të ruhen vetëm informatat e dobishme në fund.

2.6 SISTEMI I MENÇUR I INFRASTRUKTURËS I – NËNSISTEMI I MENÇUR I KOMUNIKIMIT

Pjesë tjetër e rëndësishme në sistemin e mençur të infrastrukturës, është nënsistemi i mençur i komunikimit. Ky nënsistem është përgjegjës për lidhjen e komunikimit dhe transmetimin e informatave në kuadër të vete sistemeve, pajisjeve të tyre dhe aplikacioneve përkatëse në kuadër të rrjetit të mençur. Në këtë paragraf fillimisht do të paraqesim një pasqyrë të përgjithshme të nënsistemit të komunikimit në rrjetet e mençura. Pastaj do të përshkruajmë teknologjitë e komunikimit pa tela dhe me tela dhe rëndësinë e tyre. Gjithashtu, shkurtimisht, do të përshkruajmë se si të menaxhohen komunikimet nga fundi në fund në këtë sistem heterogjen të komunikimit, ku mund të përdoren teknologjitë e ndryshme të komunikimit, strukturat e rrjetit dhe pajisjet e tyre.

2.6.1 Përshkrim i përgjithshëm

Pyetja më e rëndësishme në lidhje me nënsistemin e komunikimit në rrjetet e mençura është, “çfarë teknologjie e rrjetit dhe komunikimit duhet të përdoret?” Përderisa ekziston një pajtim i përgjithshëm mbi nevojën e rrjeteve të komunikimit për të përkrahur rrjedhjen e dyanshme të informacionit mes entiteteve të ndryshme në rrjetin elektrik, megjithatë akoma debatohet shumë mbi atë se cila teknologji specifike duhet të përdoret në secilin domen të aplikacionit të rrjetit të mençur, dhe si kjo teknologji duhet të implementohet [170]. Një arsye pse kjo akoma nuk është e qartë është se rrjeti i mençur përbëhet nga një shumëllojshmëri e rrjeteve, përfshirë për shembull:

- 1) Arkitektura softuerike Enterprise Bus e cila bën lidhjen (konektimin) e aplikacioneve qendrore të kontrollit me tregjet dhe vetë gjeneratorët;
- 2) Rrjeti i gjerë i komunikimit (Wide Area Networks WAN) e cila mundëson lidhjet (konektimin) e vendeve gjeografikisht të largëta;
- 3) Rrjetet e infrastrukturës së komunikimit të shumëllojshëm (Field Area Networks) e cila mundëson konektimin e pajisjeve, siç janë pajisjet inteligjente elektronike të cilat kontrollojnë ndërprerësit e qarqeve dhe transformatorëve;
- 4) Rrjeti i objekteve, që përfshinë rrjetin e konsumatorëve si edhe atë të ndërmarrjeve brenda domenit të konsumatorëve.

Edhe pse deri më tani përgjigja nuk është e qartë, dhe meqë shkëmbimi i besueshëm dhe efektiv i informatave është çelës i së ardhmes të rrjetit të mençur, atëherë një nënsistem i komunikimit në kuadër të rrjeteve të mençura duhet së paku të plotësojë këto kërkesa bazike:

-
- 1) Nën sistemi i komunikimit duhet gjithësesi të mbështesë kualitetin e shërbimit (QoS) të të dhënave [112]. Kjo për arsye se të dhënat kritike (p.sh. informatat mbi gjendjen e rrjetit) duhet të dërgohen menjëherë në kohë reale.
 - 2) Nën sistemi i komunikimit duhet të jetë tejet i besueshëm. Pasi që në rrjetet e mençura do të konektohen shumë pajisje, si dhe do të përdoren pajisje të ndryshme dhe me teknologji të ndryshme të komunikimit, garantimi i besueshmërisë në një rrjet të tillë të madh dhe heterogjen nuk është një punë e vogël.
 - 3) Nën sistemi i komunikimit duhet të jetë lehtësisht në dispozicion dhe të ketë mbulueshmëri të lartë. Kjo kushtëzohet nga parimi se rrjeti i mençur mund të reagojë me kohë reale ndaj çfarëdo ngjarje apo ngacmimi që ndodhë në rrjet.
 - 4) Nën sistemi i komunikimit duhet gjithësesi të garantojë siguri dhe privatësi. Kjo e fundit kohëve të fundit është temë e rëndësishme e diskutimeve dhe debateve

Në pjesën e mbetur të këtij seksioni do të fokusohemi në teknologjinë e komunikimit dhe rrjetit, të cilat janë të aplikueshme në rrjetin e mençur. Në Fig. 2.6.1 paraqitet klasifikimi i punëve në lidhje me teknologjitë e komunikimit në rrjetin e mençur.

Teknologjitë e komunikimit, të cilat përdoren dhe janë të aplikueshme sot në kuadër të rrjeteve të mençura, janë teknologjitë e komunikimit me tela dhe pa tela.

2.6.2 Teknologjitë pa tela

Teknologjia pa tela sot jo vetëm që ofron përfitime të jashtëzakonshme, krahasuar me teknologjinë me tela, siç është p.sh. kostoja e ulët e instalimit, vendosje e shpejt, lëvizshmëria e pajisjeve (mobiliteti) etj., por është edhe shumë më e përshtatshme për aplikacionet fundore nga distanca [148]. Kjo teknologji tanimë ka gjetur përdorim të madh në jetën tonë të përditshme dhe një rrjet i tillë mund të vendoset kurdo dhe kudo. Mbi të gjitha, kjo teknologji me zhvillimin e hovshëm në kohët e fundit dhe përsosshmëria e saj në të gjitha aspektet me zhvillimin gjeneratave të reja të komunikimit, e bëjnë të një rëndësie tejet të veçantë në zhvillimin e rrjeteve të mençura. Në vijim do të nënvizojmë teknologjitë e rëndësishme të komunikimit dhe rrjetit pa tela, të cilat mund të jenë të aplikueshme në rrjetin e mençur në të ardhmen.

Rrjeti pa tela në formë të rrjetës (Wireless Mesh Network WMN): Ky rrjet pa tela (WMN), i cili është rrjet i komunikimit, i përbërë prej radio nyjeve të organizuara në topologjinë e rrjetës, spikatet si teknologjia kyçe për rrjetin pa tela të gjeneratës së ardhshme [19]. Grupet standarde industriale, siç janë IEEE 802.11 dhe 802.16, punojnë të gjitha aktivisht në aplikacionet e reja në WMN. Një WMN gjithashtu ofron infrastrukturë bazike të rrjetit për komunikimet në rrjetin e mençur. Disa prej përfitimeve të përdorimit të WMN-së në rrjetin e mençur janë të potencuara në vijim të kësaj pjese të punimit.

Përdorimi i rrjetit në fjalë rrit besueshmërinë e komunikimit dhe konektimit të rrjetit, pasi që kjo bëhet në mënyrë automatike: Meqenëse shtigjet e tepërta zakonisht ekzistojnë në WMN, atëherë kjo mundëson edhe përmirësimin e vrazhdësisë së rrjetit kundrejt problemeve potenciale, si. p.sh. defektet e nyjeve dhe defekteve të shtigjeve.

Për më tepër, thënë në përgjithësi, WMN-ja është rrjet i vet-organizuar dhe që vet konfigurohet. Kjo veti është kruciale për automatizimin e sistemit elektrik, pasi që u mundëson ndërmarrjeve elektrike të trajtojnë kërkesat e konektimeve, të cilat nxiten nga kërkesat e konsumatorëve [79].

Mbulim i madh dhe shkallë e lartë e të dhënave: Rrjeti WiMAX mund të mundësojë komunikim të të dhënave si në distancë të gjatë ashtu edhe në nivel të lartë. Në rrjetin e mençur, do të gjenerohet një sasi e madhe e të dhënave, siç janë informatat nga njehsorët e mençur, sensorët dhe njësitë për matje fazore (PMU), të cilat pastaj dërgohen në sistemin e kontrollit. Për këtë arsye, një rrjet i komunikimit me mbulueshmëri të madhe dhe nivel të lartë të të dhënave është i domosdoshëm.

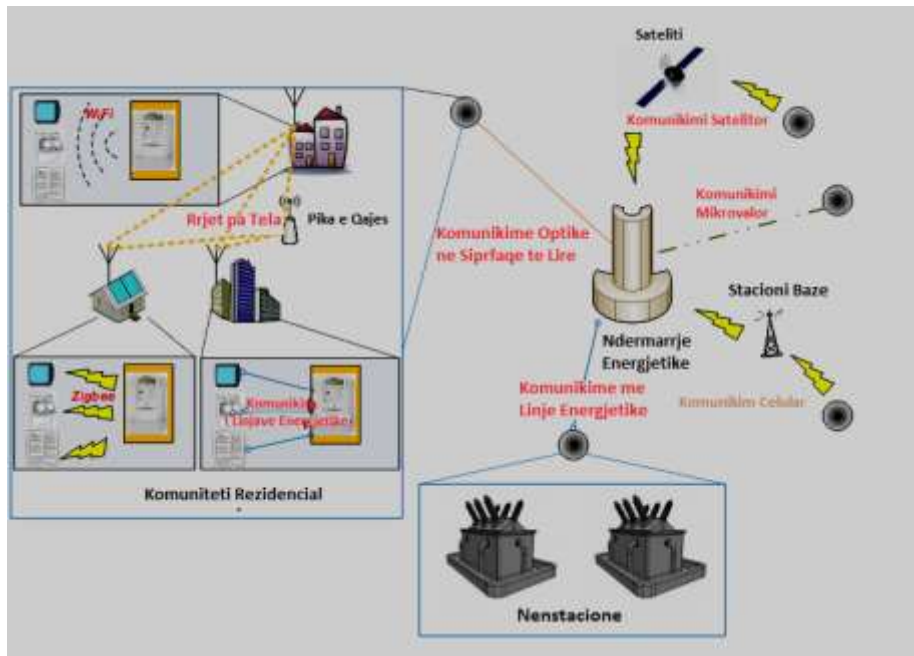


Fig. 2.6.1 Një shembull i rrjetit të komunikimit në rrejtët e mençura SG.

Pajisjet e përdoruesit dhe njehsorët e mençur përdorin ZigBee, WiFi, dhe komunikimet përmes linjave energjetike. Rrjetet pa tela përdoren për shkëmbim të informatave mes përdoruesve. Komunitetet lidhen (konektohen) në ndërmarrjen e tyre elektrike përmes sistemeve optike me hapësirë të lirë, sistemit satelitor, me mikrovalë, apo atij celular. Me këtë rast, një nënstacion komunikon me ndërmarrjen elektrike përmes linjës energjetike.

Tradicionalisht, rrjeti elektro-energjetik dhe WMN janë dy koncepte paralele. Në literaturë ka shumë studime të fokusuara në teknologjitë e WMN. Një e tillë, bile e nivelit të shkëlqyer që trajton konceptet e përgjithshme të WMN, mund të gjendet në [19]. Rrjetet e mençura të cilat po zhvillohen për përdorim, do të tentojnë të integrojnë WMN-në në rrjetin energjetik. Së fundi, disa hulumtues kanë kryer disa studime në lidhje me këtë aspekt. Gharavi dhe Hu [73] prezentuan arkitekturën e rrjetit me shumë porta, për të trajtuar trafikun në kohë reale për komunikimin e miljes së fundit. Rrjeti me shumë porta bazohet në një arkitekturë fleksibile, e cila zgjerohet në trungun hibrid të IEEE 802.11s. Rrjeti është i dizajnuar në mënyrë specifike për të operuar në strukturën me shumë porta, në mënyrë që të arrihet deri te plotësimi i kërkesave të rrjetit të mençur për sa i takon besueshmërisë, vet-ndreqjes dhe performansës së tërësishme. Studimet më të detajizuara mbi teknologjitë e rrjetit pa tela, të cilat përdoren në sistemin energjetik, mund të gjinden në [24,79].

Sistemet Celulare të Komunikimit: Sistemi celular i komunikimit, siç është GSM [137] dhe 3G (WCDMA [86] dhe CDMA-2000 [189]), është radio rrjet i shpërndarë përgjatë celulare të thirrura tokësore, ku secila shërbehet prej së paku një transmetuesi-marrësi, i njohur si stacioni bazë. Kjo në fakt ishte një teknologji e dëshmuar për disa dekada me radhë për transmetimin e të dhënave. Duke përdorur sistemin celular të komunikimit 3G (apo madje

edhe 4G [105]), mundësohet mbulueshmëri jo e shtrenjtë dhe e shpejtë e bartjes së të dhënave përgjatë një hapësire të madhe gjeografike [20].

Autorë dhe hulumtues të ndryshëm poashtu kanë kryer disa studime në komunikimet celulare për rrjetin e mençur. Për shembull, Hung tek [88] ka studiuar modelin e ri të rrjetit në të cilën disa nyje të sensorëve/releve mundën edhe të komunikojnë me nyjet e tjera fundore, duke përdorur një hapësirë të gjerë të rrjetit, siç është rrjeti celular, dhe po ashtu ka vërtetuar se vonesa dhe kostoja e transmetimit të të dhënave mund të reduktohet. Hochgraf tek [85] ka propozuar përdorimin e rrjetit GSM dhe shërbimit të mesazheve të shkurtra (SMS), si një opsion për komunikim në rrjetin e mençur, dhe ka paraqitur një sistem, i cili ofron kontrollimin e mijëra mbushësve mobil të veturave elektrike (EV), duke përdorur një ndërlidhje përmes mesazhit të thjeshtë SMS. Pas kësaj, përdorimi i sistemit celular 3G, si një rrjet i transmetimit, po ashtu është rekomanduar edhe nga IEEE P2030 [109]. Krahasuar me WMN, përparësia më e madhe e sistemeve të komunikimit celular është depërtueshmëria e kësaj teknologjie të maturuar.

Radio njohësi: Sistemi i komunikimit në rrjetin e mençur duhet të dizajnohet për të akomoduar kërkesat aktuale të menaxhimit si edhe kërkesën potenciale për aplikimet në të ardhmen në rrjetet e mençura. Është më se e mundshme se edhe spektri i palicencuar do të përdoret në kohën kur rrjeti i mençur të gjejë përdorim të gjerë komercial. Autori Ghassemi tek [74] ka propozuar një aplikacion të radio njohësit për rrjetin e mençur, bazuar në standardin IEEE 802.22. Në zonat rurale, opsioni i pavarur mund të ofrojë qasje në brez të gjerë për konsumatorët gjeografikisht të shpërndarë. Në zonat urbane, transmetuesit-marrësit IEEE 802.22 mund të përdoren si radio sekondare, për të trajtuar vëllimet e larta të të dhënave jo-qenësore, dhe po ashtu të veprojnë edhe si radio mbështetëse (backup) në situatat emergjente. Ma tek. [125] ka propozuar që të komunikohet përmes linkut të radio njohjes dhe qendrës së kontrollit të rrjetit të mençur. Për këtë arsye, llogaritësi i statusit duhet të përshtatet me këtë link të ri të komunikimit, pasi që linku ndikohet nga përdoruesit primar. Ky link drejtohet nga proceset semi-Markov, ku secili prej këtyre proceseve mund ta kapë dhe modelojë një kanal të sistemit të radio njohësit. Sresha tek [171] ka propozuar një qasje shumështrësore, për të krijuar dizajne eficientë të rrjeteve të bazuara në radion njohëse të sensorëve pa tela, në ndërmarrjet me rrjet të mençur. Dizajni i tyre ofron një mbështetje të besueshme dhe me gjendje latente të ulët të rrjeteve të mençura.

Komunikimet pa tela bazuar në 802.15.4: janë tre teknologji të komunikimit pa tela, bazuar në protokollin IEEE 802.15.4, që rekomandohen për përdorim në rrjetin e mençur [20]. Ato janë ZigBee, WirelessHART, dhe ISA100.11a. ZigBee është një teknologji pa tela e cila është e dizajnuar për aplikacione me radio frekuencë dhe e cila kërkon shkallë të ulët të të dhënave, jetë të gjatë të baterisë dhe rrjet të sigurt. Mund të konsiderohet si një prej teknologjive më së shumti të përdorura në rrjetin shtëpiak. ZigBee dhe ZigBee Smart Energy Profile (SEP) janë definuar nga Instituti Nacional i Standardeve dhe Teknologjisë së SHBA (NIST) [139], si një prej standardeve të komunikimit për përdorim në rrjetin e premisave të konsumatorëve që posedojnë rrjetin e mençur. Të njëjtat janë përzgjedhur edhe nga shumë ndërmarrje elektrike si teknologji e komunikimit për njehsorët e mençur [64], pasi që sigurojnë platformë të standardizuar për shkëmbimin e të dhënave mes njehsorëve të mençur dhe aplikacioneve që ndodhen në premisat e konsumatorit. Vetitë të cilat mbështeten nga SEP përfshijnë përgjigjen ndaj kërkesës, mbështetjen e avancuar për njehsorë, përcaktimin e çmimit në kohë reale, mesazhet tekstuale dhe kontrollin e ngarkesës [190].

WirelessHART ka në përdorim arkitekturën e rrjetit me sinkronizim kohor, aftësi për vet-ndreqje dhe vet-organizim, si dhe ofron mbështetje për operimin në brezin 2.4 GHz, duke përdorur radiot standarde IEEE 802.15.4. I zhvilluar si një standard pa tela, që gjen shprehje shumë dhe me aftësi të mira operimi, WirelessHART definohet si sistem i nevojshëm për plotësimin e kërkesave të pajisjeve të rrjeteve. ISA100.11a është një teknologji e hapur pa tela e zhvilluar nga Shoqëria Ndërkombëtare e Automatizimit. Përshkrimi zyrtar është “Wireless Systems for Industrial Automation: Process Control and Related Applications.” Për aplikacionet e sensorëve pa tela në rrjetin e mençur, si p.sh. në nënstacion apo edhe në termocentral, rekomandohet që të përdoret WirelessHART ose ISA100.11a. Këto dy standarde janë të ngjashme në funksionalitet dhe kështu cilido prej tyre është i përshtatshëm për përdorim [20].

Komunikimet me satelit: Komunikimi me satelit ofron zgjidhje të mirë për komandim dhe monitorim nga distanca, pasi që mundëson një mbulueshmëri globale dhe instalim të shpejt [79]. Në disa raste kur nuk ekziston infrastruktura e komunikimit, sidomos kur kemi të bëjmë me nënstacionet në distancë dhe lokacionet e gjeneratorëve, që mund të jenë të largëta, komunikimi satelitor është një zgjidhje efektive nga aspekti i koston. Për shembull, shumë studime si ai i Deep tek [55], kanë potencuar se kur është fjala për gjeneratorët e vendosur në lokacione të ndryshme, siç janë mullinjtë e erës, sistemi që do të kishte shumë përparësi për komunikim me kosto efektive do ishte ai i përdorimit të teknologjisë satelitore. Një sistem i tillë i komunikimit, për më tepër, do të vendosej shumë shpejt vetëm duke kërkuar për pajisjet e domosdoshme satelitore. Kini parasysh se disa ndërmarrje tanimë veç i kanë të instaluar pajisjet e tilla për monitorimin e nënstacioneve në zona rurale [180]. Përveç kësaj, arkitektura e komunikimit vetëm tokësore është më shumë e ekspozuar ndaj fatkeqësive natyrore dhe prishjeve. Për këtë arsye, për t’u siguruar se sistemi i komunikimit do të ketë operim të sigurt dhe për të mundësuar qarkullim të të dhënave në momentet kur sistemi tokësor i komunikimit përballet me ndonjë fatkeqësi natyrore apo prishje, është e qartë se satelitët mund të përdoren si mbështetje (rezerve) për rrjetin ekzistues.

Por gjithashtu, duhet edhe të potencojmë të metat e komunikimit satelitor. Ekzistojnë dy të meta të mëdha. E para, sistemi i komunikimit satelitor ka vonesë dukshëm më të madhe sesa ai tokësor. Kjo bën që disa protokolle (p.sh. TCP), që janë të dizajnuara për komunikim tokësor, të jenë jostabile për komunikimet satelitore [79]. E dyta, karakteristikat e kanalit satelitor ndryshojnë varësisht nga efekti i rënies (venitjes) dhe kushteve atmosferike. Kjo veti mund të degradojë shumë performansën e tërë sistemit satelitor të komunikimit [87].

Komunikimet optike me mikrovalë apo hapësirë të lirë: Teknologjitë me mikrovalë përdoren shumë për komunikimet pikë për pikë, pasi që gjatësia e tyre valore e vogël mundëson përdorimin e antenave me madhësi të drejta, të përshtatshme për të mundësuar transmetim të sigurt të informacionit në breza të larta. Raporti nga Donegan [57] potencon se mbi 50% e stacioneve bazë mobile në botë janë të konektuara përmes teknologjisë me mikrovalë pikë për pikë. Për më shumë se 20 vjet, mikrovala ka qenë zgjidhja primare për përhapjen e shpejtë, gjithandej në botë, të infrastrukturës mobile me kosto efektive [116].

Komunikimi optik në hapësirë të lirë është një teknologji optike e komunikimit e cila mund të përdoret dritën që përhapet në hapësirë të lirë për të transmetuar të dhënat pikë për pikë. Ky sistem ofron brez me shpejtësi të lartë dhe shkallë të ulët të gabimeve. Përveç kësaj, është sistem shumë i sigurt për shkak të drejtueshmërisë së lartë dhe ngushtueshmërisë së rrezeve. Përveç mundësisë së komunikimit pikë për pikë në distanca të gjata, në zonat në distancë të lartë apo ato rurale, kjo teknologji “optike pa tela” gjithashtu ofron zgjidhje pikë

për pikë, e përshtatshme edhe për përdorim në zonat e dendura urbane, ku solucionet me mikrovalë janë jo praktike nga aspekti i interferencës [36].

Për këtë arsye, një aplikacion i rëndësishëm i komunikimit me mikrovalë, apo në hapësirë të lirë pikë për pikë, është ndërtimi e rrjeteve shkarkuese të komunikimit për rrjetin e mençur. Kjo është sidomos e rëndësishme në zonat rurale, apo ato në distancë, ku përdorimi i teknologjisë pa tela, apo edhe me tela, është shumë i shtrenjtë dhe madje i pamundur. Sidoqoftë, si komunikimi me mikrovalë ashtu edhe ai i hapësirës së lirë, janë teknologji që përdorin shtegun e drejtë të komunikimit. Për këtë arsye, kualitetet e tyre të komunikimit ndikohen jashtëzakonisht shumë nga pengesat (p.sh. relievi, ndërtesat dhe kodrat) dhe kufizimet mjedisore (p.sh. të reshurat që shkaktojnë absorbim të radio frekuencës së mikrovalës).

Vërejtje [110]: Është e qartë se teknologjitë e komunikimit pa tela janë të rëndësishme për të ardhmen e rrjetit të mençur, dhe se teknologji të ndryshme mund të jenë të aplikueshme në këtë drejtim. Në mënyrë që të vlerësohet përshtatshmëria e teknologjive të ndryshme pa tela, për të plotësuar kështu kërkesat e komunikimit të aplikacioneve në rrjetin e mençur, Souryal tek [170] ka prezentuar një metodologji për të vlerësuar teknologjitë pa tela. Qasja e propozuar për modelimin e komunikimeve pa tela, fillimisht bën identifikimin e aplikacioneve të ndryshme të cilat shfrytëzojnë një link specifik. E dyta, kërkesat e këtyre aplikacioneve i shndërron në karakteristika të linkut të trafikut, në formën e shkallës së shtresës së arritjes së linkut dhe madhësisë mesatare të mesazhit. E treta, kjo metodologji shfrytëzon analizën e mbulueshmërisë për të determinuar shkallën maksimale të teknologjisë, nën kufizimet e ndalesave dhe për një set të caktuar të parametrave të depërtimit të kanalit. Në fund, duke përdorur karakteristikat e trafikut në link dhe zonën e mbulueshmërisë të determinuar më lart, mundësohet edhe aplikimi i modelit për matjen e performansës së linkut, në kuptim të besueshmërisë, vonesës dhe produktivitetit.

2.6.3 Teknologjitë me tela

Besohet po ashtu se edhe teknologjia e komunikimit me tela do të integrohet në rrjetin e mençur. Në vijim do të paraqesim teknologjitë e rëndësishme të komunikimit me tela.

Komunikimet fiber-optike: është një histori e gjatë e përdorimit të komunikimeve me fibër nga kompanitë e mëdha energjetike, për të konektuar rrjetin e tyre të gjenerimit me pajisjet e tyre për kontroll të rrjetit. Për më tepër, imuniteti elektromagnetik dhe ai kundrejt radio interferencës e bën komunikimin me fibër ideale për mjedisin ku operohet me rrjete dhe pajisje të tensionit të lartë [127].

Për shkak të kapacitetit të tij të lartë të brezit të gjerë dhe karakteristikave të imunitetit, besohet se fibrat optik do të luajnë një rol të rëndësishëm për shtyllat e informacioneve për rrjetin e mençur në të ardhmen [79]. Edhe pse është mirë e ditur se kostoja e instalimit të fibrave optik mund të jetë e lartë, megjithatë rrjeti i fibrave optik është akoma një infrastrukturë me kosto efektive, për shtyllat e komunikimit të lartë të informacioneve për rrjetin e mençur në të ardhmen, për faktin se fibrat tanimë kanë gjetur një përdorim të gjerë në rrjetin e sotshëm të komunikimit, me një sasi të madhe të kapacitetit rezervë që po mbetet pa u shfrytëzuar.

Komunikimi përmes linjës energjetike: Komunikimi me linja energjetike (PLC) është teknologji për bartjen e të dhënave përmes përçuesit, i cili po ashtu përdoret për transmetim të energjisë elektrike. Në dekadat e fundit, kompanitë publike në botë e kanë përdorur PLC për

matje nga distanca dhe aplikime të kontrollit të ngarkesës [67]. Debati rreth asaj se çfarë do të jetë roli i PLC në rrjetin e mençur në të ardhmen, është akoma i hapur. Disa avokojnë se PLC është një kandidat shumë i mirë për disa aplikacione [71, 154], derisa të tjerët shprehin brenga dhe rezerva mbi PLC-në (p.sh. çështja e sigurisë për shkak të natyrës së linjave energjetike) [117, 150]. Edhe pse rrjeti i mençur ka mundësi të përdorë teknologji të ndryshme të komunikimit, pa asnjë dyshim, PLC është teknologjia e vetme me tela e cila gjen përdorim me kosto të ngjashme sikurse edhe teknologjitë pa tela pasi që linjat veç janë aty [71].

Teknikisht, në PLC elektronika energjetike përdoret për të manipuluar format e valëve të tensionit të lartë për aplikacione të sinjaleve, si dhe për qëllime të marrjes së informacioneve [188]. Për shembull, një tiristor apo pajisje e ngjashme përdoret për të krijuar një çrregullim të formës së valës siç është p.sh. rënia shumë e vogël e tensionit, por që mund të detektohet. Ekzistenca e kësaj rënie nënkupton “1” dhe kur nuk ka rënie implikon “0” digjital

Edhe pse është akoma jo e qartë se si të përdoret PLC në mënyrën me efektive, Galli tek [71] ka parashikuar se PLC mund të jetë më e përshtatshme për rrjetin e distribucionit. Nënstationet tradicionale në rrjetin e tensionit të mesëm nuk janë të pajisura me pajimet e komunikimit. Për këtë arsye, shfrytëzimi i infrastrukturës ekzistuese të linjave energjetike paraqet një alternativë tërheqëse për instalimin e linjave të reja të komunikimit. Kjo mundëson që informatat rreth gjendjes dhe ndodhisë të rrjedhin përgjatë nënstacioneve brenda rrjetit. Në rrjetin e tensionit të ulët (afër shtëpive), ekziston edhe një numër i madh i aplikacioneve të PLC-së. E para, brezi i ngushtë i PLC-së përshtatet mirë me infrastrukturën e njehsorëve të mençur [154]. E dyta, PLC mundëson komunikimin mes veturave elektrike dhe rrjetit energjetik përmes linjës energjetike, pa i përdorur pajisjet e tjera, qoftë me tela apo pa tela. E treta, brezi i gjerë i PLC-së, mund të ofrojë shërbimin e bartjes së të dhënave në mënyrë kualitative nga kontrolluesit e rrjetit të mençur SG deri tek rrjeti i shtëpive dhe anasjelltas. Detyra më urgjente për punë kërkimore rreth PLC-së do të ishte që fillimisht të kuptohet mirëfilli aspekti teorik i tij. Pjesa dërmuese e punëve është e fokusuar në performansën kryesore e cila mund të arrihet përgjatë kanalit të linjave energjetike [79]. Për të shfrytëzuar edhe më tutje PLC-në, duhet ta kuptojmë më mirë kanalën e linjës energjetike, pasi që është një mjet i komplikuar dhe i zhurmshëm, i shqetësuar nga zhurma, emetimet e jashtme dhe alternimet e mëdha të impedancës. Disa hulumtues kanë bërë hulumtime në modelimin e kanalit dhe metodat e analizës për PLC, siç janë [29,53,69,70,103, 129, 197].

2.6.4 Menaxhimi i komunikimit fund në fund

Një çështje e rëndësishme në nënësishtimin e komunikimit, është menaxhimi i komunikimit fund në fund. Më saktësisht, në këtë nënsistem heterogjen të komunikimit, ku mund të përdoren teknologjitë e komunikimit, strukturat e rrjetit dhe pajisjet, duhet të identifikojmë secilin entitet (mbase duke i dhënë secilës prej tyre një ID unike), dhe të zgjidhim problemin se si të menaxhohen komunikimet fund në fund (madje edhe mes çfarëdo pale të entitetit).

Së fundmi vërehet një trend në rritje drejt shfrytëzimit të teknologjisë TCP/IP (zakonisht bazuar në adresën IPv6), si një qasje e përbashkët dhe konsistente për arritjen e komunikimeve fund në fund [31, 47, 101, 121, 122, 139, 166]. TCP/IP është një zgjidhje e lehtë për problemin e menaxhimit të sistemeve, bazuar në teknologjitë inkompatibile me

shtresë më të ulët. Kësisoj, ndërmarrjet elektrike mund të përdorin sisteme të shumëfishta të komunikimit duke e përdorur teknologjinë TCP/IP si një platformë e përbashkët menaxhuese për mirëmbajtjen e komunikimeve fund në fund, dhe të gëzojnë shkallë të lartë të inovacionit (dhe konkurrencës) e fokusuar përreth kompletit të protokollit të TCP/IP.

NIST po ashtu ka dëshmuar se ekziston një numër i përfitimeve që e bëjnë TCP/IP teknologji të rëndësishme për rrjetin e mençur, duke përfshirë maturitetin e numrit të madh të standardeve, disponueshmërinë e veglave dhe aplikacioneve të cilat mund të aplikohen në mjediset e rrjetit të mençur, dhe përdorimin e tij të gjerë si në rrjetin privat ashtu edhe atë publik [139]. Nëse një aplikacion ofron natyrshëm përkrahje për TCP/IT, atëherë mundet ende të jetë e mundur të implementohet enkapsulimi, porta hyrëse dhe tuneli gjysëmtransparent duke siguruar ndërlidhje speciale të komunikimit për këtë aplikacion.

2.7 MENAXHIMI NË SISTEMIN E MENÇUR

Në rrjetin e mençur, mundësohet rrjedhje e dyanshme e energjisë elektrike dhe e informacionit, e të cilat paraqesin themelin për realizimin e funksioneve të ndryshme dhe arritjen e objektivave në menaxhimin e rrjeteve të mençura siç janë: përmirësimi i efikasitetit të energjisë, reduktimi i kostove operative, balancimi i kërkesës dhe furnizimit, kontrolli i emetimit dhe maksimizimi i shërbimit. Një mendim i përgjithshëm sipërfaqësor rreth rrjetit të mençur është se vetëm infrastruktura për energji, informacion dhe komunikim, janë bazat themelore që e bëjnë rrjetin e tillë të mençur. Kjo është më shumë perceptcion dhe nuk është plotësisht e vërtetë. Vlerësimi më i saktë është ky: Me zhvillimin e aplikacioneve të reja për menaxhim dhe shërbime të rrjeteve, të cilat mund të balancojnë teknologjinë dhe mundësitë e azhurnimit, të mundësuar nga kjo infrastrukturë e avancuar dhe ndërveprimi i këtyre teknologjive informatikë dhe energjetike, e bëjnë që rrjeti do të vazhdojë të bëhet “më i mençur.”

Për shembull, le marrim adresimin e kërkesës për energji elektrike, një prej koncepteve më të rëndësishme të mbështetura nga rrjeti i mençur. Tradicionalisht, ndërmarrjet elektrike mundohen që furnizimin ta përshtatin me mbulimin e kërkesës për energji elektrike. Sidoqoftë, kjo jo vetëm që mund të jetë e shtrenjtë por edhe jopraktike, e mbase edhe e pamundur në aspektin kohor afatgjatë. Kjo është për arsye se sasia totale e kërkesës për energji elektrike nga konsumatorët mund të ketë një shpërndarje me shtrirje mjaft të gjerë gjeografike, e cila kërkon që elektranat konvencionale të prodhimit të energjisë gjithmonë të jenë në gjendje gatishmërie (standby), në mënyrë që t'i përgjigjen këtij ndryshimi të shpejtë të shfrytëzimit të energjisë nga ana e përdoruesve. Kapaciteti i fundit gjenerues prej 10% mund të kërkohej në më pak se 1% të kohës. Përpjekjet për të plotësuar kërkesën mund të dështojnë për shumë arsye teknike si rënia e tensionit, ndalesa e madje edhe prishja përshkallëzuese, e kështu me radhë. Në rrjetin e mençur, përgjigja ndaj kërkesës e menaxhon konsumin e energjisë elektrike, në varësi të kushteve të furnizimit. Më saktësisht, duke e përdorur përgjigjen ndaj kërkesës, rrjeti i mençur nuk ka nevojë të bëjë përshtatjen apo përputhjen e lakores së furnizimit me atë të kërkesës, por përkundrazi, do ta përshtatë kërkesën e konsumatorëve sipas furnizimit në dispozicion që ofrojnë ndërmarrjet energjetike, dhe atë duke përdorur teknologjinë e kontrollit apo duke i bindur konsumatorët (si p.sh. përmes çmimeve të ndryshme incentive) për të arritur kështu shfrytëzim më të mirë të kapacitetit në dispozicion.

Në një rrjet të mençur, menaxhimi i mençur përmes njehsorit të mençur mund të reduktojë konsumin e energjisë, duke bërë shkyçjen e pajisjeve jo-esenciale gjatë kohës së kërkesës së pikut në atë mënyrë që të mund të reduktojë kërkesën në kohë piku, pra ta zhvendosë në kohën e kërkesës jashtë pikut.

Në këtë pjesë ne do bëjmë eksplorimin e menaxhimit të mençur në rrjetet e mençura. Fillimisht bëjmë klasifikimin e teknikave të mençura të menaxhimit, sipas objektivave të tyre të menaxhimit, dhe pastaj sipas metodave dhe veglave të tyre të menaxhimit.

2.7.1 Objektivat e menaxhimit

Brenda kornizës së rrjetit të mençur, një pjesë e madhe e qëllimeve të menaxhimit, të cilat përndryshe vështirë se do të mund të realizoheshin në rrjetet konvencionale, bëhen të mundshme dhe të lehta. Deri më tani punët për menaxhimin e mençur fokusohen kryesisht në këto tre objektiva:

- 1) Përmirësimi i eficiencës së energjisë dhe profilit të kërkesës;
- 2) Optimizimi i shërbimit dhe kostove, si dhe stabilizimi i çmimit;
- 3) Kontrolli i emisioneve në atmosferë.

Kërkimet në eficiencë të energjisë dhe profilin e kërkesës për energji elektrike, kryesisht fokusohet në dy pika. E para mund të kategorizohet si formësimi i profilit të kërkesës. Kjo mund të ndihmojë në përshtatjen e kërkesës për energji me furnizimin në dispozion. Mënyra e zakonshme për të formësuar profilin e kërkesës është zhvendosja e saj, planifikimi i saktë apo reduktimi i kërkesës, ashtu që profili i kërkesës, që konsiston me disa momente të kërkesës maksimale (p.sh. në Kosovë me dy pikë në orët e mëngjesit dhe në orët e mbrëmjes), të riformësohet në një profil të butë apo në një lakore të “hekuros” të kërkesës, apo të reduktohet raporti mes pikut dhe mesatares apo kërkesës në kohë piku për energji totale të kërkuar [27, 41, 43, 75, 90, 102, 133, 134, 145, 174]. Ashtu siç u diskutua edhe më herët, pasi që sistemet e gjenerimit të energjisë elektrike dhe të transmetimit, janë në përgjithësi të projektuara me madhësi të tillë që të përshtaten me kërkesën në kohë piku, ulja e kërkesës së pikut dhe zbutja e profilit të kërkesës redukton kërkesat e tërësishme për kosto kapitale dhe operative, si dhe e rritë besueshmërinë e sistemit.

Për të bërë të mundshme këtë, sot ka shumë studime dhe hulumtime të kësaj natyre, që aplikohen anekënd botës. Ndër to, përmes së cilave do të mund të nxirreshin, përfundime shumë interesante dhe me një rëndësi të veçantë, e që për më tepër do t’i përshtateshin shumë mirë vendit tonë, janë si ne vijim: Një studim i cili ka dizajnuar kontrollin në tre hapa dhe strategjinë e optimizimit, si dhe është fokusuar në algoritmet e kontrollit, të cilat përdoren për të riformësuar profilin e kërkesës për energji të një grupi të madh të ndërtesave dhe kërkesave të tyre. Në një tjetër studim, është propozuar një skemë dinamike e përcaktimit të çmimit, duke i stimuluar konsumatorët për të arritur një profil të ngarkesës “aty për aty” on line (agregate), e përshtatshme për ndërmarrje energjetike, dhe është studiuar se sa afër mund të arrihet deri te një profil i rrafshët ideal. Autorë tjerë kanë tentuar ta zbusin lakoren e kërkesës për energji elektrike dhe të shmangin mbingarkesën, si nga kapaciteti i gjenerimit ashtu edhe ai shpërndarjes, duke përdorur lojën e dyndjes (kongestionit) të rrjetit, ku secili përdorues e alokon kërkesën si përgjigje ndaj veprimeve të shfrytëzuesve tjerë. Disa autorë tjerë fillimisht kanë propozuar modelin e optimizimit për të determinuar kohën e operimit të aplikacionit, për të shfrytëzuar kështu tarifat më të ulëta të energjisë elektrike gjatë periudhave jashtë pikut.

Pastaj kanë propozuar një mekanizëm të planifikimit për të reduktuar kërkesën e pikut brenda disa shtëpive në një lagje. Në fund pastaj kanë jetësuar një model të optimizimit të menaxhimit, shumë më i fuqishëm, i bazuar në programimin dinamik, i cili merr parasysh edhe kufizimet e kapacitetit të energjisë elektrike. Në një studim tjetër interesant, autorët kanë propozuar një kornizë planifikuese optimale dhe automatike për konsumin shtëpiak të energjisë elektrike, përmes së cilës tentohet të arrihet një balancim i dëshiruar mes minimizimit të pagesës së energjisë elektrike dhe minimizimit të kohës së pritjes për operimin e secilit aplikacion. Njëlloj me këtë, por nga një këndvështrim ndryshe, autorë të tjerë kanë propozuar një algoritëm për mësim on line për reduktimin e kostove të amvisërisë për energji elektrike, dhe shfrytëzim të butë të energjisë elektrike. Autorë tjerë kanë dizajnuar një mekanizëm optimal të stimulimit që mund të ju ofrohet konsumatorëve të energjisë. Sipas mekanizmit të tyre, konsumatorët të cilët janë më shumë të gatshëm të reduktojnë kërkesën e tyre agregate, përgjatë horizontit të tërësishëm kohor, i përbërë nga periudha të ndryshme, sesa vetëm ta zhvendosin ngarkesën e tyre në periudhat jashtë pikut, do të kenë mundësi të marrin stimule më të larta, dhe anasjelltas. Te gjitha këto përfundime mund të gjinden në artikuj të ndryshëm, si [41, 90, 102, 133, 145, 75, 27, 133, 75, 27]

Pika e dytë e efijencës së energjisë dhe profilit të kërkesës është minimizimi i humbjes së energjisë. Sidoqoftë, përdorimi i energjisë së gjeneruar nga vet rrjeti i mençur, e bën këtë problem akoma edhe më të komplikuar. Për të minimizuar humbjen e energjisë në sistem, autorët Ochoa dhe Harrison [144], kanë propozuar që të determinohet akomodimi optimal i gjenerimit të energjisë nga burimet e ripërtëritshme, për të minimizuar humbjen e energjisë, duke përdorur rrjedhjen e rrymës alternuese optimale në periudha të ndryshme. Autorë të ndryshëm kanë tentuar njëherësh që të minimizojnë humbjen e energjisë përmes përzierjes optimale të burimeve të ripërtëritshme, të modeluara nga aspekti statistikor. Ndërsa Aquino-Lugo dhe Overbye [198] kanë prezantuar një algoritëm të decentralizuar të optimizimit, për të minimizuar humbjet e energjisë në rrjetin e shpërndarjes.

Në këtë pjesë ne analizuam punën në përmirësimin e efijencës së energjisë dhe profilit të kërkesës. Përmirësimi i shërbimeve, rritja e profitit dhe reduktimi i kostos janë gjithashtu objektiva të rëndësishme të menaxhimit. Hulumtuesit tanimë e kanë të qartë se këto objektiva vijnë nga nivele dhe perspektiva të ndryshme, siç është kostoja/fatura apo profiti i një shfrytëzuesi të vetëm [37, 43, 52, 63, 82, 98, 133, 134, 145], një faturë e vetme e energjisë apo shërbimi në total për një grup të shfrytëzuesve [164], kostoja apo shërbimi nga industria dhe nga sistemi i energjisë elektrike [41, 75, 98, 118, 134, 140, 162].

Stabilizimi i çmimeve është poashtu një pikë e hulumtimeve në rrjetin e mençur, pasi që ndërrimet e çmimit në kohë reale, në tregun me shumicë për konsumatorët fundorë, mundëson krijimin e një sistemi të reagimit në qark të mbyllur, i cili mund të jetë jostabil apo të ketë mungesë të fuqisë, duke çuar kështu deri te një paqëndrueshmëri totale e çmimeve. Për këtë arsye, autori Roozbehani dhe të tjerët tek [158] kanë zhvilluar një model matematikor për përcaktimin e karakteristikave të evoulimit dinamik të furnizimit, kërkesës, dhe sqarimit të çmimeve të tregut (margjinale lokale), sipas përcaktimeve të çmimit në kohë reale, dhe kanë prezentuar algoritmin për stabilizimin e çmimeve.

Objektivi i tretë i rrjeteve të mençura është kontrolli i emetimit në atmosferë: ky, në fakt, është një objektivi i rëndësishëm i menaxhimit në industrinë e energjisë elektrike, i cili ka një ndikim jashtëzakonisht të madh në mbrojtjen e mjedisit. Por, duhet të kihet parasysh se, minimizimi i kostos së gjenerimit apo maksimalizimi i profitit të ndërmarrjes, nuk është kryekëput e barabartë me minimizimin e emetimeve si rrjedhojë e shfrytëzimit maksimal të

burimeve të ripërtëritshme. Kjo për arsye se, thënë në përgjithësi, kostoja e gjenerimit të energjisë elektrike nga burimet e ripërtëritshme, nuk është gjithmonë më e ulëta. Për këtë arsye, ashtu siç sugjerohet edhe nga Gormus tek [78], ndikimi mjedisor nga energjia e prodhuar prej lëndëve djegëse me bazë fosilore, duhet të futet si element faktori në algoritmin e planifikimit të kërkesës, si një parametër i koston e cila mund të rezultojë në më shumë ngarkesa piku që duhet të zhvendosen në periudhat kur burimet e ripërtëritshme kanë përqindje më të lartë në diversitetin e gjenerimit. Sidoqoftë, shfrytëzuesit individual duhet të jenë të gatshëm të pranojnë që aplikimet e tyre të planifikohen sipas kërkesave të planifikimit të emisionit të ulët të karbonit. Pos kësaj, shumë hulumtues kanë hulumtuar edhe mënyrën se si të optimizohet reduktimi i emetimit. Disa prej tyre kanë studiuar mënyrën se si të shfrytëzohen veturat elektrike hibride, si dhe burimet e ripërtëritshme për reduktimin e emetimit. Një tjetër hulumtues, për shembull, ka paraqitur një strategji të kontrollit me tre hapa për të optimizuar kështu eficiencën e tërësishme të energjisë, dhe për të rritur gjenerimin nga burimet e ripërtëritshme, me qëllimin themelor të reduktimit të emetimit të CO₂, të shkaktuar nga gjenerimi i energjisë elektrike. Një studiues tjetër ka modeluar ngarkesat stokastike të kërkesës për energji, si një provues i modular Markov-Poisson, dhe ka formuluar problemin e planifikimit të angazhimit të njërive të gjenerimit të energjisë elektrike si një problem parcialisht i observueshëm përmes procesit Markov. Duke rregulluar kostot e emetimit të ndotjes, mund të reduktohen emetimet e CO₂. Përfundimisht, disa autorë tjerë kanë kryer edhe një analizë matematikore për efektet e energjisë nga era në emetimin e kontrollit, dhe kanë zhvilluar njëherësh edhe modelin e dispeqimit të ngarkesës për të minimizuar emetimin[162,27,37,119].

2.7.2 Metodat dhe veglat e menaxhimit

Për të zgjidhur objektivat e menaxhimit, hulumtuesit kanë adaptuar metoda dhe vegla të ndryshme. Tani për tani, hulumtuesit kryesisht përdorin optimizimin, mësimin algoritmik, teorinë e lojës dhe ankandin, si vegla për të zgjidhur problemet e ndryshme të menaxhimit. Për qasjet e optimizimit, veglat matematikore që zakonisht përdoren janë programimi konveks [98, 133, 164, 168] dhe programimi dinamik [24, 82, 102, 135]. Meqenëse furnizimi me energji të ripërtëritshme është shpesh një proces që varet nga koha, teknikat e tjera të optimizimit si programimi stokastik [48, 49, 119, 140, 147, 149] dhe programimi i fuqishëm [52], po ashtu përdoren në nivel të gjerë. Për më tepër, edhe optimizimi i grimcave është një vegël që përdoret shumë për optimizim, për shkak të aftësisë për zgjidhje të shpejtë të kufizimeve komplekse të optimizimit, me saktësi dhe pa kufizime përkatëse dimensionale apo fizike të memories kompjuterike [89, 132, 161, 162].

Metoda algoritmike fokusohet në dizajnimin dhe zhvillimin e algoritmeve të cilat mundësojnë që sistemet e kontrollit të evoluojnë sjelljet e tyre bazuar në të dhënat empirike, të nxjerra kryesisht nga sensorët dhe matësit fazor (PMU). O'Neill tek [145] ka përdorur aplikacionin online për të llogaritur në mënyrë implicite, ndikimin e çmimeve të energjisë në të ardhmen, ndikimin nga vendimet e konsumatorit në kostot afatgjata, dhe me këtë edhe në planifikimin e shfrytëzimit të pajisjeve të amvisërisë. Fang tek [63] ka përdorur këtë metodë algoritmike online për të analizuar strategjinë e shfrytëzimit të burimeve të ripërtëritshme në mikrorrjetet ishuj. Më saktësisht, një konsumator mundet të vendosë, në kuadër të shumë burimeve të ripërtëritshme, se cilën duhet ta përdorë për të maksimizuar profitin. Edhe pse modeli i energjisë nga burimet e ripërtëritshme nuk dihet paraprakisht, megjithatë është

dëshmuar se kur horizonti kohor është mjaftueshëm i madh, atëherë në mesatare del që kufiri i sipërm në zbrazetinë mes profitit të pritur të fituar në secilën periudhë kohore përmes shfrytëzimit të burimeve të ripërtëritshme dhe ai përmes përcjelljes së strategjive të tyre, është në formë arbitrare i ulët. Duke marrë në konsideratë se do të përdoren një numër i madh i njehsorëve të mençur, i sensorëve dhe PMU-ve, ne besojmë se mësimi algoritmik do të luajë një rol të rëndësishëm në analizimin dhe procesimin e të dhënave nga përdoruesit dhe të dhënave për gjendjen e rrjetit.

Teoria e ashtuquajtur e lojës është po ashtu një vegël e fuqishme analitike për menaxhimin e rrjetit të mençur. Një arsye, është se ne nuk mundemi gjithmonë të presim dhe të kërkojmë që të gjithë shfrytëzuesit të jenë bashkëpunues. Teoria e lojës mund të na ndihmojë që të dizajnojmë skemat efektive për t'u marrë me këtë çështje. Për shembull, Ibars tek [90] ka propozuar solucionin e shpërndarjes bazuar në lojën e kongestionit të rrjetit për të garantuar që solucioni optimal lokal i secilit konsumator egoist të jetë edhe solucioni i objektivit global. Në pikën [134], duke adoptuar tarifat të cilat dallojnë varësisht nga shfrytëzimi i energjisë sipas kohës dhe nivelit, performansa optimale globale arrihet në ekuilibrin Nash të konsumit të formuluar të energjisë përmes planifikimit të lojës. Arsyeja tjetër pse teoria e lojës është e dëshirueshme, është se rrjeti i mençur do të nxisë edhe shfaqjen e një numri të madh të tregjeve, të cilat do të jenë të ngjashme me lojërat me shumë akterë. Për shembull, konsumatorët brenda një mikrorrjeti mund të krijojnë një treg për tregtim të energjisë. Teoria e lojës mund të ndihmojë që të analizojmë tregun i cili shfaqet si rrjedhojë e këtij procesi. Për shembull, Chen tek [43] ka karakterizuar ekuilibret rezultuese në tregun konkurrues dhe atë oligopolistik dhe ka propozuar algoritmet e shpërndara për përgjigjen ndaj kërkesës, në mënyrë që të arrihen ekuilibret.

Ankandi mundet poashtu të bëhet i popullarizuar në rrjetin e mençur. Shpërndarja e energjisë së gjeneruar dhe mikrorrjeti do të përdoren shumë në rrjetin e mençur. Siç u përmend edhe më lart, konsumatorët brenda një mikrorrjeti mund të krijojnë një treg për tregtim të energjisë. Ofertimi dhe ankandi mund të përdoren për shitje të energjisë brenda një tregu lokal në mikrorrjet. Ankandi nuk është i limituar vetëm në tregun brenda mikrorrjetit. Autorët tek [81, 159] kanë propozuar edhe ofertën për reduktim të kërkesës, një lloj i programit për përgjigje ndaj kërkesës. Mos të harrojmë se përgjigja ndaj kërkesës mund të përdoret edhe për të reduktuar ngarkesën në sistem në kohë piku. Në periudhën e ngarkesës së pikut, konsumatorët dërgojnë tek ndërmarrja ofertat e reduktimit të kërkesës me kapacitetin në dispozicion për reduktimin e kërkesës dhe çmimin që kërkohet për të. Ky program i inkurajon konsumatorët të ofrojnë reduktime të ngarkesës me çmime për të cilat ata janë të gatshëm ta zvogëlojnë ngarkesën.

2.7.3 Përmbledhje dhe hulumtimet në të ardhmen

Brenda kornizës së rrjetit të mençur, shumë synime të menaxhimit, të cilat vështirë apo fare që mund të realizohen në rrjetet konvencionale, bëhen të lehta dhe të mundshme.

Ashtu siç është analizuar në këtë punim, kemi zbuluar se pjesa dërmuese e punës në menaxhimin e mençur synon që të përmirësojë eficiencën e energjisë, të formësojë profilin e kërkesës, të rrisë shërbimin, si dhe të reduktojë kostot dhe emetimin bazuar në infrastrukturën e avancuar të rrjetit të mençur. Ne besojmë se kjo infrastrukturë e avancuar do të shpie në shpërthimin e funksionaliteteve dhe se do dalin në pah edhe shumë e më shumë aplikacione dhe shërbime të reja për menaxhim. Edhe pse sistemi i mençur i menaxhimit në rrjetin e

mençur është premtues dhe inkurajues, ne akoma përballemi me shumë sfida. Në vijim do të bëjmë përmbledhjen e sfidave më të rëndësishme dhe drejtimet e mundshme të hulumtimit që ja vlen të eksplorohehen.

- 1) Rregullimi i tregjeve të reja: Ashtu si u përmend edhe më herët, mirkorrrjetet mund të nxisin shfaqjen e tregjeve të reja në kuadër të përdoruesve brenda një mikrorrjeti për tregtim të energjisë. Për shkak të mungesës së mbikqyrjes të ndërmarrjeve konvencionale, rregullimi i tregjeve të tilla të reja paraqet një sfidë.
Për shembull, në një treg me ankand, ku konsumatorët brenda një mikrorrjeti bëjnë tregtimin e energjisë, çështja se si të garantohet një ankand i sinqertë paraqet një sfidë, pasi që disa përdorues mund të bëjnë oferta të rreme për të mashtruar shitësin në mënyrë që të nxjerrin përfitime të cilat nuk mund t'i arrijnë përmes ofertimit të vërtetë/sinqertë. Kini parasysh se ankandi i sinqertë është studiuar për disa vite. Njëra prej skemave më të njohura të ankandit është skema Vickrey-Clarke-Groves (VCG) [199, 200, 201], i cili është një lloj i ankandit me oferta të mbyllura ku vihen në ofertim shumë pika, dhe secili ofertues dorëzon vlerën për secilën pikë. Ky sistem e penalizon secilin individ për dëmin që shkaktojnë ndaj ofertuesve tjerë dhe siguron që strategjia optimale për një ofertues është që të ofertojë me vlerat e vërteta të objekteve. Problemi i ankandit të sinqertë në rrjetin e mençur mund të zgjidhet përmes kësaj pike.
- 2) Efektiviteti i sistemit të menaxhimit të shpërndarjes: Rrjeti i mençur pritet të shfrytëzojë më shpesh sistemet e menaxhimit të shpërndarjes pasi që gjenerimi i shpërndarë dhe komponentet e kyçjes dhe veprimit do të përdoren në nivel të rritur për të formuar kështu një nënrrjet autonom (p.sh. mikrorrjetet). Por, thënë në përgjithësi, sa më shumë që informacionet të merren me kohë, aq më të mençura do të jenë vendimet për procesin e menaxhimit. Për këtë arsye, duke marrë në konsideratë kufizimin për qasje në informata, sistemet e menaxhimit zakonisht nuk mund të llogarisin për një vendim më optimal në nivel global. Kësisoj, ne duhet të konsiderojmë se si të determinohet madhësia optimale e nënrrjetit të kontrolluar përmes sistemit të menaxhimit dhe se si të merren informacionet e domosdoshme me kohë, ashtu që vendimi lokal të jetë i mirëfilltë.
- 3) Ndikimi i organizimit ad-hoc të rrjetit të mençur: Në rrjetin e mençur shumë pjesë (siç janë panelet solare) vendosen në formë të shpërndarë dhe madje edhe kërkohet që këto pjesë të punojnë si komponente të kyçjes dhe veprimit. Fleksibiliteti më i madh nga perspektiva e shfrytëzuesit gjithashtu shkakton më shumë vështirësi në dizajnimin dhe menaxhimin e sistemit. Kjo në fakt hapë shumë pika të mundshme të hulumtimit.
Për shembull, duhet të studijojmë vet-konfigurimin e rrjetit energjetik dhe si të menaxhohet dërgimi i energjisë në një sistem të tillë të vet-konfiguruar. Le ta konsiderojmë një shembull edhe më specifik. Në një sistem energjetik i cili përbëhet prej shumë mikrorrjeteve funksionuese, ku disa komponente ndalen së funksionuari në një mikrorrjet, është interesante të studiohet se si të alokohen në mënyrë optimale disa resurse (p.sh. gjeneratorët për energji të shpërndarë) nga mikrorrjetet e tjera tek ky mikrorrjet, për të përmirësuar kështu performansën e tërësishme të sistemit energjetik.
- 4) Ndikimi i shfrytëzimit të energjisë së luhatshme dhe me ndërprerje nga burimet e ripërtëritshme: Shfrytëzimi i burimeve të ripërtëritshme, si ato solare dhe të erës, gjithashtu e bëjnë menaxhimin më të vështirë për shkak të natyrës së luhatshme dhe me ndërperje të prodhimit të energjisë nga këto burime. Sistemi i menaxhimit duhet të

mbajë dhe të plotësojë kërkesat operative, duke marrë parasysh në ndërkohë edhe pasigurinë dhe variabilitetin e burimeve energjetike.

Për të arritur që të zgjidhen problemet e optimizimit, të ndërlidhura me këto burime të ripërtëritshme, sugjerojmë që programimi stokastik dhe ai i fuqishëm [52] të luajnë më shumë rol si vegla matematikore, pasi që mund të modelojnë problemet e optimizimit të cilat ngërthejnë në vete pasiguri. Ashtu si është cekur edhe me parë, procesi Markov dhe teknologjia e mësimit online të algoritmeve mundën gjithashtu të jenë të aplikueshme për analizën e performansës së burimeve të ripërtëritshme. Bazuar në parashikimin e performansës së burimeve të ripërtëritshme, mund të përpiqemi të arrijmë objektivat tona të menaxhimit.

2.8 SISTEMI I MENÇUR I MBROJTJES

Sistemi i mbrojtjes në rrjetin e mençur duhet të trajtojë jo vetëm rrezikimet e pavëmendshme të infrastrukturës së rrjetit, për shkak të gabimeve nga përdoruesi, defektet teknike në pajisje, dhe katastrofat natyrore, por edhe sulmet e qëllimshme kibernetike, të cilat mund të vijnë si nga punonjësit e pakënaqur të kompanive, ashtu edhe nga spiunët industrial dhe së fundi edhe nga terroristët.

Në këtë pjesë do të eksplorojmë punën e ndërlidhur me sistemin e mbrojtjes së rrjetit të mençur. Fillimisht do të analizojmë punën e lidhur me analizën e besueshmërisë së sistemit dhe mekanizmat e mbrojtjes ndaj defekteve dhe pastaj çështjet e sigurisë dhe privatësisë në rrjetin e mençur.

2.8.1 Besueshmëria e sistemit dhe mbrojtja ndaj defekteve/prishjeve teknike

Besueshmëria është aftësia e një komponenti apo sistemi për të kryer funksionet e kërkuara në gjendje të konstatuar për një periudhë të konstatuar kohore. Besueshmëria e sistemit është një pikë e rëndësishme në kërkimin dhe dizajnimin e rrjetit energjetik. Si shembull në SHBA, kostoja vjetore e ndalesave në vitin 2002 është vlerësuar të jetë diku \$79B, përderisa të hyrat totale nga shitja me pakicë e energjisë ishte \$249B [136]. Përveç kësaj, mund të ndodhin edhe ndalesat përshkallëzuese. Për shembull, në ndalesën e turpshme të vitit 2003 në Bregun Lindor, 50 milionë njerëz në SHBA dhe Kanada mbetën pa energji për disa ditë [142]. Një analizë fillestare e metodave për defektet përshkallëzuese në sistemet energjetike mund të gjendet në pikën [28]. Rrjeti i mençur në të ardhmen pritet të ofrojë operim më të besueshëm të sistemit dhe mekanizëm më të mençur të mbrojtjes së këtij sistemi.

2.8.1.1 Besueshmëria e sistemit

Pritet që gjenerimi i shpërndarë (DG) të gjejë përdorim të madh në rrjetin e mençur. Përderisa shfrytëzimi i burimeve të ripërtëritshme, i përcjellur me luhatje dhe ndërprerje mund të rrezikojë stabilitetin e rrjetit [58, 104], autorët tek [44, 136] kanë konstatuar se arkitekturat dhe dizajnet inovative mund të ofrojnë shpresë të madhe për konektimin e gjeneratorëve nga burimet e ripërtëritshme në rrjet pa e sakrifikuar besueshmërinë.

Autori Chen tek [44] ka propozuar shfrytëzimin e arkitekturave të reja siç është mikrorrjeti, për të thjeshtuar ndikimin e gjenerimit të ripërtëritshëm në rrjet. Në formë intuitive, pasi që ngarkesat shërbejnë në vende të caktuara brenda mikrorrjetit, atëherë është e qartë se më pak energji rrjedhë brenda infrastrukturës së rrjetit. Kësisoj, besueshmëria dhe stabiliteti i rrjetit të mençur mund të rritet. Autori në fjalë po ashtu ka arritur deri te një rezultat shumë inkurajues se gjenerimi lokal i energjisë, edhe në rastet kur kemi të bëjmë me një numër të vogël të gjeneratorëve lokal të kyçur në rrjet, mund të reduktojë në mënyrë dramatike defektet përshkallëzuese. Moslehi dhe Kumar [136] kanë observuar se një përzierje (miks) ideale e burimeve në rrjetin e mençur (p.sh. burimet e ripërtëritshme, përgjigja ndaj kërkesës dhe ruajtja), krijojnë mundësinë për një kërkesë të pastër më të rrafshët e që krejt kjo në fund të mund ta përmirësojë edhe më shumë besueshmërinë. Sidoqoftë, duke e kuptuar këtë, duhet gjithashtu të kihet parasysh se krahas kësaj kërkohet edhe një qasje sistematike për të zhvilluar një vizion të përbashkët për integrimin koheziv të teknologjive të domosdoshme të informatave për rrjetin në tërësi. Kësisoj, ata kanë propozuar një kornizë arkitekturale si një përfaqësim konkret të vizionit të përbashkët.

Për më tepër, besueshmëria dhe stabiliteti i një rrjeti të mençur gjithashtu varet nga besueshmëria e sistemit të matjes, e cila përdoret për monitorimin e besueshmërisë dhe stabilitetit të rrjetit të mençur SG. Së fundmi, sistemi i matjes në fushë të gjerë (WAMS) bazuar në njësitë e matjes fazore (PMUs) po bëhet një komponentë e rëndësishme për funksione të monitorimit, kontrollës dhe mbrojtjes në rrjetin e mençur. Për të analizuar besueshmërinë e WAMS, Wang tek [185] ka prezentuar një metodë të kuantifikuar të vlerësimit të besueshmërisë, duke e kombinuar modelimin Markov dhe teknikat e renditjes së statusit. Kjo metodë mund të përdoret për vlerësimin e besueshmërisë të rrjetit thelbësor të komunikimit në WAMS dhe për WAMS-in në tërësi, nga pikëvështrimi i besueshmërisë harduerike.

Një pikë tjetër e kërimit është përdorimi i simulimit për analizën e sistemit të besueshmërisë. Sa më saktë që platforma e simulimit të mund të matë sjelljen dhe performansën e arkitekturës së rrjetit të mençur, aq më mirë do të kuptojmë përparësitë dhe të metat e saj potenciale. Sidoqoftë, pyetja është se si të ndërtohet një sistem i simulimit i cili është i saktë, fleksibil, i adaptueshëm dhe i shkallëzueshëm sa duhet. Bou Ghosn tek [35] ka përdorur metodën inkrementale, duke filluar me simulimin e mikrorrjetit lokal, por me një dizajn të shkallëzueshëm e cila mund të rritet nga aspekti hierarkik në një model më të kompletuar. Një simulator i tillë mund të ndihmojë të kuptojmë çështjet e ndërlidhura me rrjetin e mençur dhe të mundësojë identifikimin e rrugëve për të përmirësuar rrjetin elektrik. Godfrey tek [77] ka propozuar modelimin e rrjetit të komunikimit dhe të sistemit energjetik në rrjetin e mençur duke e përdorur simulimin. Ky model ofron mjete për të ekzaminuar efektin e komunikimit të defekteve, si një funksion i nivelit energjetik të radio transmetimit.

2.8.1.2 Mekanizmi i mbrojtjes ndaj defekteve

Në këtë pjesë fillimisht do të analizojmë dy pika të ndërlidhura me mekanizmin e mbrojtjes ndaj defekteve. E para, mbrojtja dhe parandalimi i defekteve luan rol të rëndësishëm në sistemin e mençur të mbrojtjes pasi që me këto tentohet të parandalohen ndodhja e defekteve. E dyta, në momentin kur sistemi prishet, identifikimi i prishjes, diagnostifikimi dhe ndreqja janë elemente që duhet të ndërmerren për të mundësuar që sistemi të punojë përsëri sa më shpejtë që është e mundur. Pos kësaj, pasi që mikrorrjeti konsiderohet si një prej

komponenteve të reja më të rëndësishme në vizionin e rrjetit të mençur, ne do të analizojmë punën e fokusuar në mbrojtjen e mikrorrjetit.

Mbrojtja dhe parandalimi i prishjeve: Për një rrjet të mençur, një qasje efektive për parandalimin e prishjeve është parashikimi i pikave të dobëta apo përcaktimi i saktë i hapësirës kur ekziston stabilitet në nënsistemin e tij të energjisë. Chertkov tek [45] ka zhvilluar një qasje për të identifikuar në mënyrë efikase mënyrat më të mundshme të prishjeve në shpërndarjen e ngarkesës statike për një rrjet të caktuar energjetik. Ai ka zbuluar se, nëse operimi normal i rrjetit është sa duhet i shëndetshëm, atëherë format e prishjeve janë mjaft të rralla, d.m.th. prishjet shkaktohen nga luhatjet e ngarkesës vetëm në disa zbara. Teknika e tij mund të ndihmojë në zbulimin e pikave dhe qarqeve të dobëta të cilat janë të ngopura nga prishjet, dhe gjithashtu përmes kësaj teknike mund të identifikohen gjeneratorët të cilët punojnë me kapacitet dhe ato nën kapacitet, duke siguruar kështu aftësi parashikuese për përmirësimin e besueshmërisë të cilido sistem energjetik. Vaiman tek [183] ka propozuar shfrytëzimin e të dhënave nga PMU për të llogaritur regjionin e ekzistencës së stabilitetit dhe margjinave operationale. Procesi i automatizuar monitoron vazhdimisht kufizimet e tensionit, limitet termike dhe gjendjen e stabilitetit në të njëjtën kohë. Kjo qasje mund të përdoret për të përmirësuar besueshmërinë e rrjetit të transmissiionit dhe për të parandaluar ndalesat e mëdha. Identifikimi i prishjeve, diagnostifikimi dhe ndreqja e tyre: në momentin kur ndodh prishja, hapi i parë duhet të jetë lokalizimi i shpejtë dhe identifikimi i prishjes për të evituar ndodhitë përshkallëzuese.

Për shkak të përdorimit të madh të PMUs në rrjetin e mençur, autorët tek [175, 176, 196] kanë propozuar që të shfrytëzohen informacionet nga matja fazore për të detektuar ndalesat në linjë dhe identifikimin e gabimeve në parametrat e rrjetit. Tate dhe Overbye [175] kanë zhvilluar një algoritëm i cili përdorë sistemin e njohur të tipologjisë së informacionit së bashku me matjet PMU për të detektuar ndalesat në sistemin e linjës. Përpos përcaktimit të ndalesave në linjë, algoritmi i tyre po ashtu ofron një vlerësim të rrjedhës në periudhën para ndalesës në një linjë të ndalur. Më vonë, Tate dhe Overbye [176] kanë studiuar se si mund të detektohen ndalesat në linja të dyfishta duke përdorur kombinimin e informatave tipologjike të kohës para ndalesës dhe matjet fazore në kohë reale të cilat merren nga PMU-të. Zhu dhe Abur [196] kanë treguar se nuk është edhe gjithmonë e mundur të bëhet identifikimi i gabimeve të caktuara në parametra bazuar në matjet konvencionale, pavarësisht se sa të tepërta janë ato. Ata në këtë mënyrë kanë mundësuar përshkrimin e nevojës për matje fazore për të tejkaluar këtë limitim.

Nganjëherë duhet të selektojmë vetitë e mirëfillta për të identifikuar shkakun kryesor. Cai tek [38] ka analizuar dy metoda popullore për selektimin e vetive: a) testi i hipotezës, b) regresioni sipas hapave, dhe ka futur edhe dy tjera: c) selektimi sipas hapave nga Akaike's Information Criterion, dhe d) LASSO/ALASSO. Këto algoritme përdoren për të ndihmuar inxhinierët që të gjejnë informacionin i cili mund të jetë "varrosur" nën të dhënat masive të cilat mblidhen nga rrjetet e mençura. Duke marrë parasysh se shumë ndodhi në sisteme janë stokastike, He dhe Zhang [84] kanë propozuar përdorimin e modeleve grafike për modelimin e të dhënave korrelative nga aspekti hapësinor të nxjerra prej PMUs, dhe kanë propozuar poashtu që të përdoret testimi i hipotezës statistike për detyrën e diagnostifikimit të prishjes. Calderaro tek [39] ka dizajnuar me kujdes të quajturin Petri Net për të kapur detajet e modelit të sistemit të mbrojtjes së rrjetit të shpërndarjes dhe ka paraqitur një metodë bazuar në këtë Petri Net, për të detektuar dhe identifikuar defektet në transmetinin e të dhënave dhe prishjeve në rrjetin e shpërndarjes. Kini parasysh se Petri Net është njëra prej disa gjuhëve

matematikore të modelimit për përshkrimin e sistemeve të shpërndara. Russell dhe Benner [160] kanë paraqitur disa shembuj të llojeve të prishjeve fillestare të cilat mund të detektohen nga format valore elektrike prej nënstacioneve, dhe kanë përshkruar kërkesat mbi të dhënat dhe analizat e rëndësishme për të mundësuar detektimin dhe klasifikimin.

Aftësia për “vet-ndreqje” në rast të prishjes pritet të jetë një karakteristikë e rëndësishme në rrjetin e mençur sipas standardeve [139] nga Instituti Nacional i Standardeve dhe Teknologjisë (NIST). Një qasje efektive është që të bëhet ndarja e rrjetit energjetik në ishuj të vegjël autonom (p.sh. mikrorrjete) të cilat mund të punojnë shumë mirë gjatë operimeve normale dhe të vazhdojnë të punojnë edhe gjatë ndalesave [152]. Duke kontrolluar si duhet rikonfigurimin e sistemit, ndikimi i çrregullimeve apo prishjeve mund të kufizohet apo të izolohet brenda ishujve. Ndodhitë përshkallëzuese dhe prishjet e mëtutjeshme në sistem kësaj munden edhe të evitohen. Si rrjedhojë, efienca e tërësishme e rikthimit në punë të sistemit mund të përmirësohet [113].

Prishjet mund të paraqiten edhe në njehsorët e mençur ashtu që të dhënat mund të përmbajnë informacione të korruptuara apo të mungojnë tërësisht. Procesimi apo edhe nxjerrja e këtyre të dhënave është i rëndësishëm pasi që përmbajnë informacione vitale për operimet ditore dhe analizë të sistemit. Në përputhje me këtë, Chen tek [42] ka paraqitur zbutjen B-Spline, kurse autori Kernel ka propozuar teknikën e bazuar në zbutje për t’u marrë me këtë çështje dhe për të spastruar automatikisht të dhënat e korruptuara apo ato që mungojnë.

Pos kësaj, për metodologjinë e vendimmarrjes se si të procesohet një prishje, Overman dhe Sackman [146] kanë sugjeruar që aftësia e vendimmarrjes duhet të shpërndahet në nënstacion apo në pajisjet në terren ose së paku këto pajisje shpërndarëse të jenë paraprakisht të pajisura me informacione të mjaftueshme që do të mundësonin marrjen e veprimeve përkatëse në rast të prishjeve në sistem, pa pasur nevojë të pritët për marrjen e instruksioneve nga kontrolluesi kryesor. Ata kanë zbuluar se kur në nënstacion dhe pajisje të terrenit ky plasim paraprak i informacioneve, bashkë me setin e instruksioneve se cilat veprimet të radhës duhet të ndërmerren, bëhet më shumë mbi bazën e arkitekturës së komunikimit të shpërndarë sesa atij hierarkik, atëherë kjo mund të rrisë dukshëm besueshmërinë e rrjetit duke reduktuar në të njëjtën kohë ndikimin e kohës reale nga humbja e kontrollit të besueshëm.

Mbrojtja e mikrorrjetit: Mbrojtja e mikrorrjeteve gjatë operimeve normale apo në ishull është poashtu një pikë e rëndësishme e hulumtimit, pasi që mikrorrjetet do të përdoren gjerësisht në rrjetin e mençur. Kini parasysh se mbrojtja e mikrorrjetit është fuqishëm e lidhur me çështjet e saj të kontrollit dhe operimit [105]. Për shembull, mbrojtja tradicionale për rrjetet e shpërndarjes është e dizajnuar për prishje në nivele të larta në rrjetin radial. Sidoqoftë, gjatë operimit në ishull të mikrorrjetit prishjet e niveleve të larta nga rrjeti nuk janë prezente. Për më tepër, pjesa dërmuese e njësive nga gjeneratorët e shpërndarë, të cilat do të konektohen në mikrorrjetin e tensionit të ulët, do të konvertohen/ndërlidhen me aftësitë e kufizuara dhënëse të nivelit me prishje. Kjo don të thotë që mbrojtja tradicionale me siguresë në rrjetin e tensionit të ulët nuk është më e aplikueshme për mikrorrjetin, dhe se duhet të zhvillohen metodat e reja të mbrojtjes. Feero tek [66] gjithashtu ka ekzaminuar disa probleme të mbrojtjes me të cilat duhet të merremi për të operuar me sukses një mikrorrjet, atëherë kur ndërmarrja përballet me kushte jonormale, dhe ka potencuar se janë dy lloje të veçanta të problemeve për t’u zgjidhur. E para është se si të përcaktohet koha kur një mikrorrjet ishull duhet të formohet përballë kushteve jonormale të cilat ndërmarrja mund t’i hasë. E dyta është

se si të pasurohen segmentet e mikrorrjetit me mbrojtje të mjaftueshme të koordinuar të prishjes derisa operon si në ishull i ndarë nga ndërmarrja.

Këto çështje të reja nxisin hulumtime mbi metodat e reja të mbrojtjes. Janë propozuar metoda të ndryshme për mbrojtjen e mikrorrjetit, si në studimet referente në [21, 59, 105, 141, 163, 169, 169, 181]. Andaj, shumë autorë e kanë studiuar nga këndvështrime të ndryshme çështjen e mbrojtjes së rrjeteve të mençura dhe kanë ardhur në përfundime praktike që edhe sot e kësaj dite përdoren dhe zbatohen në terren.

2.8.2 Siguria e privatësia

Siguria është një lojë pafund e njerëzve të mprehtë dhe hakerëve, sulmuesve që nuk lënë shenja kundrejt pronarëve të aseteve. Siguria e rrjetit të mençur nuk ka përjashtim në këtë paradigmë. Siguria kibernetike konsiderohet si njëra prej sfidave më të mëdha në një rrjet të mençur SG [30, 130, 139]. Cenueshmëria mund t'i mundësojë sulmuesit të depërtojë në sistem, të marrë informatat private të përdoruesve, të marrë qasje në softuerin kontrollues, dhe pas kushteve të ngarkesës të destabilizojë rrjetin në mënyra të paparashikueshme [130]. Në vazhdim paraqitet një klasifikim i punës rreth sigurisë dhe privatësisë për rrjetin e mençur SG. Duhet gjithsesi të vëjmë në pah se infrastruktura e avancuar e përdorur në rrjetin e mençur në njërën anë na fuqizon që të realizojmë mekanizma më të fuqishëm për mbrojtje kundrejt sulmeve dhe trajtim të prishjeve, por në anën tjetër edhe hapë shumë pika tjera të cenueshme. Për këtë arsye në vijim do të diskutojmë shumë çështje të reja sa i takon sigurisë dhe privatësisë për shkak të përdorimit të njehsorëve të mençur, sensorëve, dhe PMU-ve, së bashku me disa solucione.

2.8.2.1 Informata për njehsorë dhe matje

Siguria në njehsorët e mençur: Një prej problemeve të sigurisë rrjedh nga vet përdorimi i njehsorëve të mençur. Njehsorët e mençur janë jashtëzakonisht atraktiv për hakerët qëllimkëqij, pasi që pjesët e cenueshme munden lehtë të shndërrohen në vlerë monetare për ta. [126]. Hakerët që kompromentojnë njehsorët e mençur munden menjëherë të manipulojnë shpenzimin e tyre të energjisë apo të fabrikojnë leximet e gjeneruara nga njehsori për të fituar para. Mashtrimi i zakonshëm i konsumatorëve në rrjetin tradicional të energjisë është ai kur konsumatorët e kthejnë mbrapsht njehsorin tradicional, i cili është i tipit elektromekanik, në kutinë elektrike për të bërë që numëruesi brenda të numërojë mbrapsht. Për shkak të përdorimit të njehsorit të mençur, ky sulm mund të bëhet madje edhe përmes kompjuterëve nga distanca.

Për më tepër, përdorimi i madh i njehsorëve të mençur mund të ofrojë numër potencialisht të madh të mundësive për kundërrëthim. Për shembull, injektimi i informatave të gabuara do të mund të çonte ndërmarrjet drejt marrjes së vendimeve të gabuara në lidhje me përdorimin dhe kapacitetin lokal apo regional. Le ta konsiderojmë një sulm të thjeshtë por me gjasë efektiv të quajtur Denial-of-Service (DoS). Mashtruesi falsifikon kërkesën e nevojës së një njehsori të mençur dhe vazhdon të kërkojë sasi të madhe të energjisë. Brenda kornizës së rrjetit të mençur, është e mundur që ndërmarrja elektrike të bëjë shkyçjen e gjitha aplikimeve të kyçura në këtë njehsor ashtu që të gjitha shërbimet energjetike për këtë përdorues refuzohen.

Përdorimi i gjerë i njehsorëve të mençur jo vetëm që shpien në një numër potencialisht të madh të rasteve të mashtrimit, por edhe e hapë derën e sulmeve kibernetike të cilat do të mund të rezultojnë me efekte të gjera dhe madje edhe në katastrofa të shkallës së gjerë. Le ta konsiderojmë një shembull të dhënë nga Anderson dhe Fuloria [23]. Një sulm ideal në një vend targetues është ndërprerja e furnizimit të qytetarëve me energji elektrike. Deri tani e vetmja mënyrë e besueshme për ta bërë këtë konsiston në sulmet ndaj aseteve kritike të gjenerimit, transmissioinit dhe shpërndarjes, të cilat janë shumë mirë të vet-mbrojtura. Por, me daljen në përdorim të njehsorëve të mençur kjo lojë ndryshon. Skenari me ankth është kur një vend instalon me dhjetëra miliona njehsorë të mençur, të kontrolluar prej disa kontrolluesve qendror. Sulmuesi mund të kompromentojë këta kontrollues dhe të dërgojë kombinimin e komandave të cilat do të bëjnë që njehsori të ndërpresë furnizimin. Një sulm i tillë mund të shkaktojë rezultate katastrofike.

Për të përmirësuar sigurinë e nënsistemeve të njehsorëve të mençur, hulumtuesit kanë hulumtuar shumë sulme të mundshme dhe kanë propozuar disa solucione. Cleveland [50] ka analizuar kërkesat e sigurisë (konfidencialiteti, integriteti, disponueshmëria dhe llogaridhënia) si dhe kërcënimet e ndërlidhura me komponentet kryesore të infrastrukturës së avancuar (AMI). McLaughlin tek [128] ka analizuar metodat e mashtrimeve në rrjetin elektrik duke manipuluar sistemet AMI, dhe ka vërtetuar realizueshmërinë e këtyre sulmeve duke kryer testimin e depërtimit në pajisjet e produktit. Ai ka arritur në konkludimin se jo vetëm vjedhja është akoma e mundur në sistemet AMI, por pajisjet aktuale AMI ngërthejnë në vete një mori të vektorëve të ri që mundësojnë një qëllim të tillë. Për të parandaluar mashtruesin që të falsifikojë leximin e njehsorëve të mençur dhe për të garantuar saktësi të leximit, Varodayan dhe Gao [184] kanë propozuar një metodë të sigurt për furnizuesit e energjisë elektrike për të përsëritur leximet e energjisë të cilat i pranojnë nga njehsorët e mençur tek konsumatori ashtu që përdoruesit mund të verifikojnë integritetin e njehsorit të mençur. Për më tepër, mekanizmi i tyre mund të garantojë konfidencialitetin teorik të informacionit, duke zgjidhur kështu rrjedhjen potenciale të konfidencialitetit të nxitur nga matjet e tepërta. Berthier tek [32] ka eksploruar nevojat praktike për monitorimin dhe detektimin e ndërhyrjes përmes një analize të thukhtë të kërcënimeve të ndryshme që për objektiv kanë AMI-në. Ai ka paraqitur se teknologjia e detektimit, e bazuar në specifikacion, ka potencial për të plotësuar kërkesat e industrisë sa i takon përparësive dhe kufizimeve të sistemit AMI. Sidoqoftë, kjo teknologji krijon kosto të lartë për zhvillim.

Privatësia në njehsorët e mençur: Njehsorët e mençur gjithashtu mund të kenë pasoja të padëshiruara për jetën private të konsumatorëve. NIST ka potencuar se “përfitimi kryesor i ofruar përmes rrjetit të mençur pra, aftësia për të përfituar të dhëna më të pasura prej dhe nga njehsorët e konsumatorëve dhe pajisjet e tjera elektrike, është njëherësh edhe thembra e Akilit nga pikëvështrimi i privatësisë” [101, 139]. Shqetësimi thelbësor mbi privatësinë është se informacionet mbi përdorimin e energjisë të depozituara në njehsor veprojnë edhe si kanal anësor i pasur me informacion, dhe mund të përdoret për qëllime tjera nga palët e interesuara për të zbuluar të dhënat personale të tilla si zakonet e individit, sjelljet, aktivitetet, preferencat, dhe madje edhe besimet [46, 115, 126]. Një eksperiment i monitorimit në shkallë të vogël në një banesë private të kryer tek [115] tregoi se informacioni personal mund të vlerësohet me saktësi të lartë, madje edhe me harduer dhe algoritme jo edhe aq të sofistikuar.

Për të trajtuar çështjet e privatësisë në njehsor të mençur, janë propozuar disa qasje. Li tek [107] ka propozuar një qasje të grumbullimit të të dhënave nga të gjithë njehsorët e mençur. Enkriptimi homomorfik përdoret për të siguruar të dhënat gjatë rrugës. Kështu,

njehsorët e ndërmjetëm nuk shohin asnjë rezultat të ndërmjetëm apo final. Li tek [111] ka propozuar kompresimin e leximeve nga njehsori dhe përdorimin e sekuencave të rastit në njehsimin e kompresuar, për të rritur privatësinë dhe integritetin e leximeve të njehsorit. Rial dhe Danezis [153] kanë propozuar protokollin e konservimit të privatësisë për faturim dhe për kryerjen e të gjitha kalkulimeve të nevojshme gjatë leximeve të hollësishme të njehsorit. Evidencat/faktet e quajtura Zero-knowledge përdoren për t'u siguruar se tarifa është korrekte pa zbuluar asnjë të dhënë rreth konsumit.

Costas dhe Kalogridis [60] kanë trajtuar problemin e privatësisë duke i bërë anonime të dhënat nga njehsori i mençur, ashtu që informacionet e nxjerra prej tij nuk mund të ndërliken lehtë me një person të identifikuar. Garcia dhe Jacobs [79] kanë sugjeruar që struktura aktuale e njehsorit të mençur duhet të rimendohet për të zëvendësuar supozimin e njëanshëm besues me një arkitekturë multilaterale në të cilën njehsorët posedojnë komponentën e besimit dhe gëzojnë një nivel të caktuar të autonomisë. Kalogridis tek [99] ka paraqitur sistemin e moderuar të nënshkrimit të ngarkesës e cila mbron privatësinë e të dhënave nga njehsori. Ata kanë diskutuar modelin në të cilin sasia e energjisë së kërkuar mundet (pjesërisht) të fshehë kërkesën e konsumatorit duke e konfiguruar ruterin e energjisë për të përcaktuar energjinë e ofruar ose të kërkuar përmes baterisë rimbushëse. Një sistem i tillë u mundëson shfrytëzuesve të kontrollojnë (deri në një shkallë të caktuar) përdorimin nga ana e tyre të energjisë dhe privatësinë e tyre lidhur me energjinë që përdorin në shtëpi. Siguria në monitorim dhe matje: Përdorimi i madh i pajisjeve monitoruese dhe matëse (p.sh. sensorët dhe PMU-të) munden gjithashtu të shpiejnë në cenueshmërinë e sistemit. Operimi efektiv i rrjetit të mençur varet nga pajisjet për matje të saktë që aq shumë po përdoren. Këto matje transmetohen në mënyrë tipike në qendrën e komandës, siç është ai SCADA [138]. Vlerësuesit e gjendjes të vendosur në qendrën e komandës, bëjnë vlerësimin e gjendjes së rrjetit përmes analizës së të dhënave nga matjet dhe përmes modeleve të sistemit energjetik. Për këtë arsye është shumë e rëndësishme që të garantohet integriteti i të dhënave.

Një sulm tipik për kompromentimin e integritetit të të dhënave është sulmi vjedhës – stealth attack (i njohur edhe si sulm me injektimin e të dhënave false), e cila së pari është studiuar nga Liu tek [120]. Është dëshmuar se një sulmues mund të manipulojë vlerësimin e gjendjes pa i nxitur fare alarmet për të dhëna të gabuara në qendrën e komandës. Xie tek [187] po ashtu ka dëshmuar se duke pasur njohuri mbi konfigurimin e sistemit, sulmet e tilla do shmangin detektimin e matjes së të dhënave të gabuara në sistemet aktuale SCADA, dhe kjo mund të çojë në sjellje të gabuar profitabile financiare. Për të vlerësuar se sa vështirë është të kryhet sulmi i suksesshëm i injektimit të të dhënave false kundrejt matjeve të veçanta, Sandberg tek [165] ka definuar indikatorët e sigurisë për të kuantifikuar përpjekjen më të vogël të nevojshme, për të arritur synimet e sulmit duke i shmangur kështu alarmet për të dhënat e gabuara në qendrën e kontrollit të rrjetit. Yuan tek [193] ka zhvilluar plotësisht konceptin e sulmeve të ridistributimit të ngarkesës dhe ka analizuar dëmet e tyre në operimin e sistemit energjetik në hapa të ndryshëm kohor me kufizime të ndryshme të resurseve të sulmeve.

Për të parandaluar sulmet e tilla, hulumtuesit kanë propozuar qasje të ndryshme. Mos harroni se qendra e komandës i shfrytëzon vlerësuesit e gjendjes për të vlerësuar gjendjen e rrjetit energjetik. Në [33], është paraqitur mënyra se si mund të mbrohet tërësisht vlerësuesi i gjendjes prej këtyre sulmeve të pavërejtura, duke bërë enkriptimin e një numri të mjaftueshëm të pajisjeve matëse. Da'n and Sandberg [54] kanë shtrirë punën e tyre në [33, 165] dhe kanë

propozuar dy algoritme për të vendosur pajisjet e enkriptuara në sistem në mënyrë që kësajsoj të maksimizohet shërbimi i tyre për sa i takon sigurisë së rritur të sistemit.

2.8.2.2 Transmetimi i informacioneve

Dihet mirëfilli se teknologjitë e komunikimit që ne i përdorim vetvetiu nuk janë edhe aq të sigurta. Pritet që pjesa dërmuese e çështjeve aktuale të sigurisë dhe privatësisë në rrjetin e përgjithshëm të komunikimit (p.sh. rrjeti i internetit dhe atij pa tela) të ekzistojë edhe në rrjetin e mençur.

Në veçanti duhet të fokusohemi më shumë në teknologjinë e rrjetit pa tela pasi që kjo teknologji pritët të jetë më e përhapur në rrjetin e mençur. Për shembull, rrjeti pa tela (WMNs) konsiderohet shumë i besueshëm pasi që siguron rrugë të tepërta të komunikimit por WMN-të janë të cenueshme ndaj sulmeve nga sulmuesit inteligjent. ZigBee është një standard i rrjetit pa tela me kosto të ulët dhe energji të ulët, i bazuar në standardin IEEE 802.15.4. Por, me rastin e implementimit të IEEE 802.15.4 [56], krijohen edhe cenueshmëri tanimë të njohura. Sulmet keqdashëse në transmetimin e informatave në rrjetin e mençur mund të kategorizohen në tre lloje kryesore si [124]:

- 1) Disponueshmëria e rrjetit: sulmet keqdashëse që për objektiv kanë disponueshmërinë e rrjetit, mund të konsiderohen si sulme DoS. Këto sulme tentojnë të vonojnë, të bllokojnë apo madje edhe të korruptojnë transmetimin e informacionit në mënyrë që t'i bëjnë resurset e rrjetit të padisponueshme për pikat të cilat duhet të shkëmbejnë informacionin brenda rrjetit të mençur. Ashtu siç është konstatuar edhe nga NIST [179], dizajnet e rrjetit për transmetim të informacioneve, të cilat janë të fuqishme karshi sulmeve që kanë për objektiv disponueshmërinë e rrjetit, janë prioriteti i parë, pasi që padisponueshmëria e rrjetit mund të rezultojë me humbjen e monitorimit në kohë reale të infrastrukturës esenciale energjetike dhe të shkaktojë katastrofa në sistemin energjetik global.
- 2) Integriteti i të dhënave: Sulmet në integritetin e të dhënave përpiqen që qëllimisht të modifikohen apo korruptohen informacionet e shpërndara brenda rrjetit të mençur dhe kjo mund të dëmtojë jashtëzakonisht shumë rrjetin e mençur.
- 3) Privatësia e informacionit: Sulmet në privatësinë e informacionit tentojnë që të përgjojnë komunikimet në rrjetin e mençur, për të marrë kështu informatat e dëshiruara siç janë numri i llogarisë së konsumatorit dhe shfrytëzimi i energjisë. Një punë fillestare në këtë drejtim është bërë nga Li tek [109], i cili ka studiuar limitin fundamental, pra atë se çfarë kapaciteti i kanalit është i nevojshëm për të garantuar komunikim të sigurt në rrjetin e mençur, nga aspekti teorik, si dhe ka hulumtuar rastin e një njehsori të vetëm si dhe kanalit Gaussian të komunikimit me një përgjues.

Për të përmirësuar sigurinë dhe privatësinë e transmetimit të informatave, hulumtuesit kanë propozuar solucione të ndryshme. Lu et al. [124] ka sugjeruar që dizajnimin e kundërmasave ndaj sulmeve të cilat targetojnë integritetin dhe privatësinë e informacionit, të përfshijë edhe dizajnimin e protokollit të autenticitetit dhe detektimin e ndërhyrjes. Pos kësaj, Khurana tek [100] ka propozuar një set të parimeve për dizajne dhe ka analizuar edhe praktikën inxhinierike të cilat mund të ndihmojnë për të siguruar standarde të korrigjimit dhe efektivitetit për autenticitetin e protokolleve të rrjetit të mençur. Këto parime për dizajne përfshijnë emrat eksplicit, kodimin unikal, supozimet eksplicite të besueshme, përdorimin e

vulave me kohën e paraqitur, kufijtë e protokollit, lirim e sekreteve dhe parametrat eksplicit të sigurisë.

2.9 PËRFITIMET NGA RRJETET E MENÇURA [202]

2.9.1 Pjesë e strategjisë ekonomike afatgjate

Rrjeti i mençur nuk është vetëm një formë e re e infrastrukturës, ai mund të jetë pjese e një strategjie afatgjate për ne. Përveç stimulimit të drejtpërdrejtë të aktiviteteve ekonomike, përmes investimeve të rëndësishme kapitale për dizajnim, zhvillim dhe konstruksion e saj, përcjellja e inovacioneve, dhe në përgjithësi shfrytëzimi i mundësive që ofron kjo teknologji e fuqishme, do të bëjë që në një periudhë afatshkurtër të shumëfishohet ndikimi në ekonomi. Do të marrë pak kohë që burimet private edhe ato publike, si dhe koordinimi i kornizave ligjore ekonomike të arrijë përfitimet e parashikuara të zhvillimit dhe shpërndarjes së rrjeteve të mençura. Por urgjenca e kësaj teknologjie transformuese, e cila momentalisht thirret për ristrukturim dramatik në ekonominë energjetike dhe rregullative ambientale, si shembull në Amerikë, ofron një mundësi të rrallë që të rritë ekonominë, të nxisë mundësinë në biznes dhe të gjenerojë vende të reja të punës, duke avancuar domosdoshmëritë sociale. Shteti i Illinois e ka shfrytëzuar këtë mundësi. Në kuadër të përpjekjeve të tjera, ky shtet ka një partneritet publiko-privat për të ndihmuar në pozicionimin e komunitetit, korporatave, universiteteve dhe laboratorëve, për të përforcuar kështu edhe me shumë mundësitë e transformimit të kësaj teknologjie.

Ky partneritet publiko-privat ka vendosur një bazë për rritjen dhe grumbullimin e inovacioneve të rrjetit të mençur në këtë shtet dhe më gjerë, ka krijuar mundësinë që të mbledhë talentët, burimet dhe ambiciet e kërkuara për definimin, zhvillimin, dhe avancimin e strategjive të mundshme të rrjeteve të mençura. Nga ky këndvështrim, hulumtimet dhe zhvillimet e ofruara nëpërmes disiplinave të ndryshme nga laboratorët dhe universitetet e Illinoisit, janë grumbulluar dhe fokusuar në gjetjen e zgjidhjeve për ndryshime të tregut, pastaj ndërmarrjet dhe bizneset janë inkurajuar dhe mbështetur që t'i komercializojnë këto teknologji inovative, janë implementuar programe të atilla që përshtaten me fuqinë punëtore të trajnuar mirë dhe të aftësuar për instalimet dhe menaxhimin e nevojave të rrjeteve të mençura, si dhe janë ngritur biznese inovative që e shfrytëzojnë këtë platformë.

Kjo përpjekje është lehtësuar edhe nga konvergjenca dhe diversiteti ekonomik dhe i forcave politike të cilat i njohin rrjetet e mençura si një shteg për të arritur përfitimet ambientale, për të krijuar mundësi të reja biznesi dhe për të rritur ekonominë në nivel vendi. Duke e kuptuar perspektivën premtuese të rrjeteve të mençura, gjithsesi do të kërkohej përgatitje shtesë për të identifikuar mjetet investive që nevojiten për nxitjen e ndërmarrjeve të reja të cilat do të shfrytëzojnë kapacitetet e rrjeteve të mençura, për implementimin e legjislacionit ekonomik dhe rregullativ, për akomodimin e modeleve banesore të rrjeteve të mençura dhe duke përkrahur pjesëmarrjen e konsumatorëve

2.9.2 Potenciali i tregut

Një rrjet i mençur dhe shërbimet e reja mundësojnë të kërkohej (dhe të tërhiqet) një kapital i konsiderueshëm, veçanërisht për adoptuesit e hershëm dhe novatorët e parë. Raportet industriale e projektojnë tregun për teknologjitë e rrjetit të mençur duke bërë të mundur që investimet të shumëfishohen brenda një periudhe relativisht të shkurtër.

Investimet e drejtpërdrejta në rrjetet e mençura dhe në bizneset e ndërlidhura me to, mund të rrisin ekonominë tonë. Bazuar në një raport të industrisë së punës, çdo 1 miliard USD i investuar në teknologjinë e rrjetit të mençur projektohet për të çuar për 100 miliard US \$dollarë në rritjen e bruto prodhimit vendor. Parashikimet janë se kontrolli më i madh mbi konsumimin e energjisë elektrike mund të shtoj bruto prodhimin vendor në 5-7 miliardë dollarë amerikan në vit në Shtetet e Bashkuara në vitin 2015, dhe 15-20 miliardë dollarë amerikan në vit deri në 2020. Iniciativa Galvin për energji elektrike konstaton se teknologjitë për gjeneratorët e shpërndarë (energji elektrike e prodhuar në apo afër vendit ku do të përdoret ajo teknologji) dhe ruajtja e mençur dhe bashkëvepruese për aplikime rezidenciale dhe komerciale, do të mund potencialisht të shtonte edhe 10 miliardë dollarë amerikan tjerë në vit, nëse aplikimi i tyre prej 10% arrihet deri në vitin 2020. .

Investimet në teknologji me këtë nivel, arsyeshëm mund të pritët të rezultojë në krijimin e vendeve të punës në nivel global, në nivel kombëtar dhe lokal. Si shembull, firmat e teknologjike në shtetin e Illinois, deri në një masë kanë një hyrje të hershme në prodhim dhe ndërtim / instalim, por ky aktivitet ekonomik mund të jetë i lokalizuar. Analistët theksojnë se krijimi i vlerës, që është i lidhur me aftësitë ekologjike "të gjelbërta" të rrjetit të mençur, mund të lë pas investimet tradicionale të energjisë. Për shembull, investimet në energjinë e pastër vlerësohet të rezultojë në 16.7 vende të punës për çdo 1 milion dollarë amerikan investim, ndërsa investimet në lëndët djegëse fosilore është vlerësuar të gjenerojnë vetëm 5,3 vende pune për 1 milion dollarë investime.

2.9.3 Përfitimet mjedisore nga rrjeti i mençur

Përveç përfitimeve ekonomike nga investimet e shtuara dhe përfitimet e konsumatorëve, integrimi i rrjetit të mençur në menaxhimin e rrjetit dhe të konsumit të energjisë, pritët që të prodhojë edhe përfitime mjedisore. Një vend i cili ka zhvilluar dhe ka resurse të shumta të energjisë së ripërtërishme, me përdorimin e rrjetit të mençur në mënyrë dramatike mund të avancojë përpjekjet tona për të luftuar ndryshimet klimatike. Në raportin e fundit të Departamentit Amerikan të Energjisë sugjerohet që futja 100% e teknologjisë së rrjetit të mençur në Shtetet e Bashkuara, mund të çojë në një reduktim prej 18% të emisionit të dioksidit të karbonit deri në vitin 2030. Është vlerësuar se në qoftë se rrjetet elektrike thjesht do të ishin 5% më efikase, përfitimi i efikasitetit mund të jetë ekuivalent me 42 termocentralet me qymyr dhe se do të barazohej me eliminimin e përhershëm të karburantit dhe emisionet e gazrave nga 53 milionë makina.

Në Shtetet e Bashkuara, ndërtesat llogariten si shpenzues të 72 % të konsumit të energjisë elektrike të SHBA dhe shkaktar të 38% të të gjitha emisioneve të dioksidit të karbonit. Certifikimi LEED është dhënë nga Këshilli Amerikan "Green Building" për ndërtesat e reja të ndërtuara që të ketë më pak ndikim mbi mjedisin. Çikago është vendi më se shumti ndërtesa të pajisura me LEED se çdo qytet tjetër dhe është duke udhëhequr përpjekjet për të reduktuar përdorimin e energjisë në ndërtim. Rrjeti i mençur mund të sjellë

sofistikimin e menaxhimit të energjisë në ndërtesat shumë të mëdha deri të bizneset e vogla dhe rezidencat. Përfitimet e mundshme mjedisore gjithashtu mund të shoqërohen me vlera të drejtpërdrejta ekonomike nëse/kur çmimi për emetim të karbonit të specifikohet. Rrjeti i mençur do të mundësojë matjen në kohë të sakte të reduktimeve të përdorimit (kërkesat përfundimtare të karbonit), i cili (nëse monetizohet si kredi) mund të blihet, shitet, ose tregtohet duke krijuar rrjedha të reja të të ardhurave për konsumatorët, pronarët e ndërtesave, dhe qeveritë lokale. Nëse bizneset e vogla dhe konsumatorët rezidencial janë të angazhuar në mënyrë efektive në menaxhimin e energjisë së tyre, duke përdorur aftësitë e rrjeteve të mençura, mundësitë ekonomike të ofruara nga komunikimet e tij të vërteta dhe përdorimi/çmimi, të dhënat mund të çojnë më tej realizimin e përfitimeve mjedisore.

2.9.4 Rrjeti i zgjuar si një mjet për zhvillim ekonomik

Rrjeti i mençur është një grup transformues i teknologjisë dhe modelit të biznesit. Me investime të përbashkëta publike dhe private dhe me politika qeveritare që akomodojnë inovacione sipërmarrëse në rrjete të mençura, ne mund të rrisim ekonominë tonë, të krijojmë vende të reja pune që paguhen mirë, dhe të ndihmojmë në mbrojtjen e mjedisit tonë. Konvergenca e këtyre përfitimeve të ndryshme paraqet një mundësi krahasuese(?) për hartuesit e politikave për të avancuar një agjendë të bazuar në hulumtimin dhe zhvillimin për risi, dhe në zhvillimin ekonomik. Nëpërmjet avancimit të vazhdueshëm të rrjeteve të mençura, shtetet dhe rajonet që kanë vendosur t'i implementojnë ato, mund të jenë lider në zhvillimin dhe vendosjen mundësive, strategjive, shërbimeve dhe teknologjive të rrjetit të mençur.

PËRFUNDIM

Në këtë kapitull të këtij punimi shtjellohet aspekti teorik i rrjeteve të mençura, modeli konceptual i tyre, akterët kryesorë dhe roli i gjithsecilit në tregun e përbashkët. Rrjeti i mençur mund të konsiderohet një sistem elektrik që përdorë teknologjinë e dyanshme të informacionit, i sigurtë për nga aspekti kibernetik, dhe inteligjencën kompjuterike, në një mënyrë të integruar përgjatë prodhimit të energjisë elektrike, transmisionit, shpërndarjes, dhe konsumit të saj, dhe për të arritur një sistem që në përgjithësi është sistem i pastër, i sigurt, i padëmshëm, i besueshëm, fleksibil, efikas, dhe i qëndrueshëm. Ky përshkrim përfshinë gjithë spektrin e sistemit të energjisë nga gjenerimi deri tek pikat e fundit të konsumit të energjisë elektrike.

Gjithashtu standardizimi i rrjeteve të mençura ka një rëndësi të veçantë, andaj nëse dëshirojmë që të kemi suksese në këtë fushë, patjetër duhet të kemi grupe standardesh të themeluara mirë në mënyrë që të gjitha industritë dhe organizatat e përfshira mund t'i shfrytëzojnë ato. Standardet e zhvilluara deri më tani përfshijnë një numër të konsiderueshëm në numër.

Për shkak të rëndësisë potenciale të rrjetit të mençur, ne kemi shqyrtuar tërësisht teknologjitë e përdorura në rrjetin e mençur dhe ndërveprimin e teknologjive energjetike dhe informatike me sistemin elektroenergjetik dhe aplikimet e tyre. Me këtë rast, janë analizuar kryesisht projektet e rrjetit të mençur, programet, testet dhe sistemet kryesore teknike të rrjetit të mençur, të tilla si sistemi i mençur i infrastrukturës, sistemi i mençur i menaxhimit dhe sistemi i mençur i mbrojtjes në rrjetet e mençura. Kemi nënvizuar gjithashtu sfidat dhe drejtimet e ardhshme hulumtuese që ja vlen të eksplorojnë për secilin nga këto tre sisteme. Pastaj është bërë ndarja e infrastrukturës së rrjetit të mençur në tre nën-sisteme: nënsistemi i mençur i energjisë, nënsistemi i mençur i informacionit dhe nënsistemi i mençur i komunikimit. Në nënsistemin e mençur të energjisë, kemi analizuar punën në gjenerimin, transmisionin dhe shpërndarjen e energjisë elektrike. Për nënsistemin e mençur të informacionit, kemi analizuar punën e njehsorëve, matjes dhe menaxhimit të informatave të nxjerra nga njehsorët. Për nënsistemin e mençur të komunikimit kemi analizuar teknologjitë e komunikimit me tela dhe menaxhimin e komunikimit fund në fund. Me fjalë tjera, me rastin e kalimit nga rrjeti energjetik konvencional në atë të mençur, do të zëvendësojmë edhe infrastrukturën fizike me atë digjitale [110]. Nevojat dhe ndryshimet paraqesin një prej sfidave më të mëdha me të cilat industria energjetike është përballur ndonjëherë [203].

Për sistemin e mençur të menaxhimit, pjesa dërmuese e punëve ekzistuese që janë duke u kryer synon përmirësimin e eficiencës së energjisë, profilin e kërkesës, shërbimit, kostot dhe emetimit, bazuar në infrastrukturën e mençur duke përdorur optimizimin, metodën algoritmike dhe teorinë e lojës. Besojmë se brenda kornizës së infrastrukturës së avancuar të rrjetit të mençur, shumë e më shumë shërbime dhe aplikacione të reja të menaxhimit do të shfaqen dhe në fund edhe do të revolucionarizojnë jetën e përditshme të konsumatorëve.

Në sistemin e mençur të mbrojtjes, kemi analizuar punën e lidhur me besueshmërinë e sistemit, mekanizmin e mbrojtjes ndaj prishjeve, sigurinë dhe privatësinë në rrjetin e mençur. Megjithatë, duhet të kemi parasysh se infrastruktura e avancuar e përdorur në rrjetin e mençur në njërën anë na fuqizon për të realizuar mekanizma më të fuqishëm për mbrojtje ndaj

sulmeve dhe për të trajtuar si duhet prishjet, por në anën tjetër ky sistem edhe i hapë dyert për shumë elemente të cenueshme. Andaj, është e udhës që të bëhen më shumë punë hulumtuese në sistemin e mbrojtjes së sistemit.

Në pjesën e fundit kemi bërë një analizë të përfitimeve ekonomike nga rrjetet e mençura. Nga ky aspekt, në fakt, rrjetet e mençura nuk duhet të shihen vetëm si formë e re e infrastrukturës por edhe si pjesë e strategjisë afatgjate ekonomike të një vendi, ku përveç stimulimit të drejtpërdrejtë ekonomik, pritet që në një periudhë afatshkurtër të shumëfishohet ndikimi në ekonominë globale. Rrjeti i mençur është potencial i pandashëm i tregut ku shërbimet e reja dhe kërkesat e konsumatorëve do të mundësojnë tërheqjen e kapitalit dhe investimeve posaçërisht nga inovatorët e hershëm dhe ku raportet industriale e projektojnë tregun për teknologjitë e rrjetit të mençur, duke bërë të mundur që investimet të shumëfishohen brenda një periudhe relativisht të shkurtër. Përpos përfitimeve ekonomike, menaxhimin e konsumit, optimizmin e resurseve natyrore, pritet që rrjeti i mençur të prodhojë edhe përfitime të drejtpërdrejta mjedisore duke trajtuar sfidën e sotshme të ngrohjes globale dhe duke mundësuar përpjekjet për të luftuar ndryshimet klimatike.

Dhe në fund, rrjeti i mençur duhet të shihet si një mjet për zhvillimin ekonomik, transformues i teknologjisë dhe modelit të të bërit biznes. Investimet e përbashkëta nga sektori publik dhe ai privat dhe me politikat qeveritare që akomodojnë inovacionet sipërmarrëse në rrjetet e mençura, ne mund të rrisim ekonominë e vendit, të krijojmë vende të reja pune, dhe të ndihmojmë në mbrojtjen e mjedisit tonë ku jetojmë dhe veprojmë.

REFERENCAT:

- [1] H. Farhangi. The path of the smart grid. *IEEE Power and Energy*
- [2] A. Ipakchi and F. Albuyeh. Grid of the future. *IEEE Power and Energy Magazine*, 7(2):52–62, 2009.
- [3] H. Gharavi and R. Ghafurian. Smart grid: The electric energy system of the future. *Proceedings of the IEEE*, 99(6):917 – 921, 2011.
- [4] S. Chen, S. Song, L. Li, and J. Shen. Survey on smart grid technology (in Chinese). *Power System Technology*, 33(8):1–7, April 2009.
- [5] Y. Yu and W. Luan. Smart grid and its implementations (in Chinese). *CSEE*, 29(34):1–8, 2009.
- [6] R. Hassan and G. Radman. Survey on smart grid. *IEEE SoutheastCon2010*, pages 210– 213, 2010.
- [7] S. Rohjansand, M. Uslar, R. Bleiker, J. Gonz´alez, M. Specht, T. Suding, and T. Weidelt. Survey of smart grid standardization studies and recommendations. *IEEE SmartGridComm’10*, pages 583–587, 2010.
- [8] M. Uslar, S. Rohjansand, R. Bleiker, J. Gonz´alez, M. Specht, T. Suding, and T. Weidelt. Survey of smart grid standardization studies and recommendations - part 2. *IEEE PES’10*, pages 1–6, 2010.
- [9] J. Vasconcelos. Survey of regulatory and technological developments concerning smart metering in the European Union electricity market, <http://cadmus.eui.eu/handle/1814/9267>. EUI RSCAS PP, 2008.
- [10] H. E. Brown and S. Suryanarayanan. A survey seeking a definition of a smart distribution system. *North American Power Symposium’09*, pages 1–7, 2009
- [11] T. Baumeister. Literature review on smart grid cyber security, Technical Report, <http://csdl.ics.hawaii.edu/techreports/10-11/10-11.pdf>. 2010.
- [12] T. M. Chen. Survey of cyber security issues in smart grids. *Cyber Security, Situation Management, and Impact Assessment II; and Visual Analytics for Homeland Defense and Security II (part of SPIE DSS 2010)*, pages 77090D–1–77090D–11, 2010.
- [13] V. C. Gungor and F. C. Lambert. A survey on communication networks for electric system automation. *Computer Networks*, 50(7):877–897, 2006.
- [14] B. Akyol, H. Kirkham, S. Clements, and M. Hadley. A survey of wireless communications for the electric power system. *Prepared for the U.S. Department of Energy*, 2010.
- [15] W. Wang, Y. Xu, and M. Khanna. A survey on the communication architectures in smart grid. *Computer Networks*, 55:3604–3629, 2011.
- [16] F. Rahimi and A. Ipakchi. Demand response as a market resource under the smart grid paradigm. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 1(1):82–88, 2010.
- [17] National Institute of Standards and Technology. NIST framework and roadmap for smart grid interoperability standards, release 1.0, http://www.nist.gov/publicaffairs/releases/upload/smartgrid_interoperability_final.pdf. January 2010.

-
- [18] I. F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, and E. Cayirci. A survey on sensor networks. *IEEE Communications Magazine*, 40(8):102–114, 2002.
 - [19] I. F. Akyildiz and X. Wang. A survey on wireless mesh networks. *IEEE Radio Communications*, pages 23–30, 2005.
 - [20] B. Akyol, H. Kirkham, S. Clements, and M. Hadley. A survey of wireless communications for the electric power system. Prepared for the U.S. Department of Energy, 2010.
 - [21] H. Al-Nasseri and M. A. Redfern. A new voltage based relay scheme to protect micro-grids dominated by embedded generation using solid state converters. 19th International Conference Electricity Distribution, pages 1–4, 2007.
 - [22] P. B. Andersen, B. Poulsen, M. Decker, C. Træholt, and J. Østergaard. Evaluation of a generic virtual power plant framework using service oriented architecture. *IEEE PECon’08*, pages 1212–1217, 2008.
 - [23] R. Anderson and S. Fuloria. Who controls the off switch? *IEEE SmartGridComm’10*, pages 96–101, 2010.
 - [24] R. N. Anderson, A. Boulanger, W. B. Powell, and W. Scott. Adaptive stochastic control for the smart grid. *Proceedings of the IEEE*, 99(6):1098 – 1115, 2011.
 - [25] A. Armenia and J. H. Chow. A flexible phasor data concentrator design leveraging existing software technologies. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 1(1):73–81, 2010.
 - [26] Y. M. Atwa, E. F. El-Saadany, M. M. A. Salama, and R. Seethapathy. Optimal renewable resources mix for distribution system energy loss minimization. *IEEE Transactions Power System*, 25(1):360–370, 2010.
 - [27] V. Bakker, M. Bosman, A. Molderink, J. Hurink, and G. Smit. Demand side load management using a three step optimization methodology. *IEEE SmartGridComm’10*, pages 431–436, 2010.
 - [28] R. Baldick, B. Chowdhury, I. Dobson, Z. Dong, B. Gou, D. Hawkins, H. Huang, M. Joung, D. Kirschen, F. Li, J. Li, Z. Li, C.-C. Liu, L. Mili, S. Miller, R. Podmore, K. Schneider, K. Sun, D. Wang, Z. Wu, P. Zhang, W. Zhang, and X. Zhang. Initial review of methods for cascading failure analysis in electric power transmission systems. *IEEE Power and Energy Society General Meeting’08*, pages 1–8, 2008.
 - [29] S. Barmada, A. Musolino, M. Raugi, R. Rizzo, and M. Tucci. A wavelet based method for the analysis of impulsive noise due to switch commutations in power line communication (PLC) systems. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 2(1):92–101, 2011.
 - [30] T. Baumeister. Literature review on smart grid cyber security, Technical Report, <http://csdl.ics.hawaii.edu/techreports/10-11/10-11.pdf>. 2010.
 - [31] C. Bennett and D. Highfill. Networking AMI smart meters. *IEEE Energy 2030 Conference’08*, pages 1–8, 2008.
 - [32] R. Berthier, W. H. Sanders, and H. Khurana. Intrusion detection for advanced Metering infrastructures: Requirements and architectural directions. *IEEE SmartGridComm’10*, pages 350–355, 2010.
 - [33] R. B. Bobba, K. M. Rogers, Q. Wang, H. Khurana, K. Nahrstedt, and T. J. Overbye. Detecting false data injection attacks on DC state estimation. the First Workshop on Secure Control Systems’10, pages 1–9, 2010.
 - [34] A. Bose. Smart transmission grid applications and their supporting infrastructure. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 1(1):11–19, 2010.
-

-
- [35] S. Bou Ghosn, P. Ranganathan, S. Salem, J. Tang, D. Loegering, and K. E. Nygard. Agent-oriented designs for a self healing smart grid. *IEEE SmartGridComm'10*, pages 461–466, 2010.
 - [36] D. M. Britz and R. R. Miller. Mesh free space optical systems: A method to improve broadband neighborhood area network backhaul. *IEEE Workshop on Local & Metropolitan Area Networks*, pages 37–42, 2007.
 - [37] S. Bu, F. R. Yu, and P. X. Liu. Stochastic unit commitment in smart grid communications. *IEEE INFOCOM 2011 Workshop on Green Communications and Networking*, pages 307–312, 2011.
 - [38] Y. Cai, M.-Y. Chow, W. Lu, and L. Li. Statistical feature selection from massive data in distribution fault diagnosis. *IEEE Transactions on Power Systems*, 25(2):642–648, 2010.
 - [39] V. Calderaro, C. N. Hadjicostis, A. Piccolo, and P. Siano. Failure identification in smart grids based on Petri Net modeling. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 58(10):4613–4623, 2011.
 - [40] R. Caldon, A. R. Patria, and R. Turri. Optimal control of a distribution system with a virtual power plant. *Bulk Power System Dynamics and Control Conference*, pages 278–284, 2004.
 - [41] S. Caron and G. Kesidis. Incentive-based energy consumption scheduling algorithms for the smart grid. *IEEE SmartGridComm'10*, pages 391–396, 2010.
 - [42] J. Chen, W. Li, A. Lau, J. Cao, and K. Wang. Automated load curve data cleansing in power system. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 1(2):213–221, 2010.
 - [43] L. Chen, N. Li, S. H. Low, and J. C. Doyle. Two market models for demand response in power networks. *IEEE SmartGridComm'10*, pages 397–402, 2010.
 - [44] X. Chen, H. Dinh, and B. Wang. Cascading failures in smart grid - benefits of distributed generation. *IEEE SmartGridComm'10*, pages 73–78, 2010.
 - [45] M. Chertkov, F. Pan, and M. G. Stepanov. Predicting failures in power grids: The case of static overloads. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 2(1):162–172, 2011.
 - [46] H. S. Cho, T. Yamazaki, and M. Hahn. Aero: Extraction of user's activities from electric power consumption data. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 56(3):2011–2018, 2010.
 - [47] Cisco Systems. Internet protocol architecture for the smart grid, white paper, http://www.cisco.com/web/strategy/docs/energy/CISCO_IP_INTEROP_STDS_PPR_TO_NIST_WP.pdf. July 2009.
 - [48] K. Clement, E. Haesen, and J. Driesen. Coordinated charging of multiple plug-in hybrid electric vehicles in residential distribution grids. *IEEE PSCE'09*, pages 1–7.
 - [49] K. Clement-Nyns, E. Haesen, and J. Driesen. The impact of charging plug-in hybrid electric vehicles on a residential distribution grid. *IEEE Transactions on Power Systems*, 25(1):371–380, 2010.
 - [50] F. M. Cleveland. Cyber security issues for advanced metering infrastructure (AMI). *IEEE Power and Energy Society General Meeting: Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century*, pages 1–5, 2008.
 - [51] D. Coll-Mayor, M. Paget, and E. Lightner. Future intelligent power grids: Analysis of the vision in the European Union and the United States. *Energy Policy*, pages 2453–2465, 2007.
 - [52] A. J. Conejo, J. M. Morales, and L. Baringo. Real-time demand response model.
-

-
- IEEE Transactions on Smart Grid, 1(3):236–242, 2010.
- [53] F. J. C. Corripio, J. A. C. Arrabal, L. D. del R'io, and J. T. E. Munoz. Analysis of the cyclic short-term variation of indoor power line channels. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 24(7):1327–1338, 2006.
- [54] G. D'an and H. Sandberg. Stealth attacks and protection schemes for state estimators in power systems. *IEEE SmartGridComm'10*, pages 214–219, 2010.
- [55] U. D. Deep, B. R. Petersen, and J. Meng. A smart microcontroller based iridium satellite-communication architecture for a remote renewable energy source. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 24(4):1869–1875, 2009.
- [56] Department of Energy, Office of Electricity Delivery and Energy Reliability. Study of security attributes of smart grid systems - current cyber security issues 2009, [http://www.inl.gov/scada/publications/d/securing the smart grid current issues.pdf](http://www.inl.gov/scada/publications/d/securing_the_smart_grid_current_issues.pdf).
- [57] P. Donegan. Ethernet backhaul: Mobile operator strategies & market opportunities. *Heavy Reading*, 5(8), 2007.
- [58] J. Driesen and F. Katiraei. Design for distributed energy resources. *IEEE Power & Energy Magazine*, 6(3):30–40, 2008.
- [59] J. Driesen, P. Vermeyen, and R. Belmans. Protection issues in microgrids with multiple distributed generation units. *Power Conversion Conference'07*, pages 646–653, 2007.
- [60] C. Efthymiou and G. Kalogridis. Smart grid privacy via anonymization of smart metering data. *IEEE SmartGridComm'10*, pages 238–243, 2010.
- [61] Electricity Networks Strategy Group. A smart grid route map. 2010.
- [62] European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC). Smart Meters Coordination Group: Report of the second meeting held on 2009-09-28 and approval of SM-CG work program for EC submission. 2009.
- [63] X. Fang, D. Yang, and G. Xue. Online strategizing distributed renewable energy resource access in islanded microgrids. *IEEE Globecom'11*, 2011.
- [64] H. Farhangi. The path of the smart grid. *IEEE Power and Energy Magazine*, 8(1):18–28, 2010.
- [65] Federal Energy Regulatory Commission. Assessment of demand response and advanced metering. Staff Report, <http://www.ferc.gov/legal/staff-reports/2010-dr-report.pdf>. 2010.
- [66] W. Feero, D. Dawson, and J. Stevens. Consortium for electric reliability technology solutions: Protection issues of the microgrid concept. <http://certs.lbl.gov/pdf/protection-mg.pdf>.
- [67] H. Ferreira, L. Lampe, J. Newbury, and T. Swart. *Power line communications: Theory and applications for narrowband and broadband communications over power lines*. John Wiley and Sons, 2010.
- [68] FutuRed. Spanish electrical grid platform, strategic vision document. 2009.
- [69] S. Galli. A simplified model for the indoor power line channel. *IEEE International Symposium on Power Line Communications and Its Applications*, pages 13–19, 2009.
- [70] S. Galli, A. Scaglione, and K. Dosterl. Broadband is power: Internet access through the power line network. *IEEE Communications Magazine*, pages 82–83, 2003.
- [71] S. Galli, A. Scaglione, and Z. Wang. Power line communications and the smart grid. *IEEE SmartGridComm'10*, pages 303–308, 2010.
-

-
- [72] F. D. Garcia and B. Jacobs. Privacy-friendly energy-metering via homomorphic encryption, Technical report. Radboud Universiteit Nijmegen, 2010.
 - [73] H. Gharavi and B. Hu. Multigate communication network for smart grid. *Proceedings of the IEEE*, 99(6):1028 – 1045, 2011.
 - [74] A. Ghassemi, S. Bavarian, and L. Lampe. Cognitive radio for smart grid communications. *IEEE SmartGridComm'10*, pages 297–302, 2010.
 - [75] S. Ghosh, J. Kalagnanam, D. Katz, M. Squillante, X. Zhang, and E. Feinberg. Incentive design for lowest cost aggregate energy demand reduction. *IEEE SmartGridComm'10*, pages 519–524, 2010.
 - [76] V. Giordano, F. Gangale, G. Fulli, M. S. Jim'enez, I. Onyeji, A. Colta, I. Papaioannou, A. Mengolini, C. Alecu, T. Ojala, and I. Maschio. Smart Grid projects in Europe: lessons learned and current developments. JRC Reference Reports, Publications Office of the European Union, 2011.
 - [77] T. Godfrey, S. Mullen, R. C. Dugan, C. Rodine, D. W. Griffith, and N. Golmie. Modeling smart grid applications with co-simulation. *IEEE SmartGridComm'10*, pages 291–296, 2010.
 - [78] S. Gormus, P. Kulkarni, and Z. Fan. The power of networking: How networking can help power management. *IEEE SmartGridComm'10*, pages 561–565, 2010.
 - [79] V. C. Gungor and F. C. Lambert. A survey on communication networks for electric system automation. *Computer Networks*, 50(7):877–897, 2006.
 - [80] V. C. Gungor, B. Lu, and G. P. Hancke. Opportunities and challenges of wireless sensor networks in smart grid. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 57(10):3557–3564, 2010.
 - [81] J. Han and M. Piette. Solutions for summer electric power shortages: Demand response and its applications in air conditioning and refrigeration systems. *Refrigeration, Air Conditioning and Electric Power Machinery*, 29(1):1–4, 2008.
 - [82] S. Han, S. Han, and K. Sezaki. Development of an optimal vehicle-to-grid aggregator for frequency regulation. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 1(1):65–72, 2010.
 - [83] D. G. Hart. Using AMI to realize the smart grid. IEEE Power and Energy Society General Meeting 2008 - Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century, pages 1–2, 2008.
 - [84] M. He and J. Zhang. Fault detection and localization in smart grid: A probabilistic dependence graph approach. *IEEE SmartGridComm'10*, pages 43–48, 2010.
 - [85] C. Hochgraf, R. Tripathi, and S. Herzberg. Smart grid charger for electric vehicles using existing cellular networks and sms text messages. *IEEE SmartGridComm'10*, pages 167– 172, 2010.
 - [86] H. Holma and A. Toskala. WCDMA for UMTS: Radio access for third generation mobile communications, third edition. *John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK*, 2005.
 - [87] Y. Hu and V. Li. Satellite-based Internet: a tutorial. *IEEE Communications Magazine*, 39(3):154–162, 2001.
 - [88] K. Hung, W. Lee, V. Li, K. Lui, P. Pong, K. Wong, G. Yang, and J. Zhong. On wireless sensors communication for overhead transmission line monitoring in power delivery systems. *IEEE Smart-GridComm'10*, pages 309–314, 2010.
 - [89] C. Hutson, G. K. Venayagamoorthy, and K. A. Corzine. Intelligent scheduling of hybrid and electric vehicle storage capacity in a parking lot for profit maximization in grid power transactions. *IEEE Energy2030*, pages 1–8, 2008.
-

-
- [90] C. Ibars, M. Navarro, and L. Giupponi. Distributed demand management in smart grid with a congestion game. *IEEE SmartGridComm '10*, pages 495–500, 2010.
 - [91] IEEE. P2030/D7.0 draft guide for Smart Grid interoperability of energy technology and information technology operation with the electric power system (EPS), and end-use applications and loads. 2011.
 - [92] IEEE Power Engineering Society. IEEE standard for synchrophasors for power systems, IEEE Std C37.118-2005.
 - [93] B. Initiativ. Internet of energy - ICT for energy markets of the future, http://www.bdi.eu/bdi_english/download_content/Marketing/Brochure_Internet_of_Energy.pdf. 2008.
 - [94] International Council on Large Electric Systems (CIGRE). CIGRE D2.24 EMS 3 architectures for the 21st century. 2009.
 - [95] International Energy Agency. Distributed generation in liberalized electricity markets 2002.
 - [96] A. Ipakchi. Implementing the smart grid: Enterprise information integration. GridWise Grid-Interop Forum, pages 121.122–1 – 121.122–7, 2007.
 - [97] Japan. Japan’s roadmap to international standardization for smart grid and collaborations with other countries. 2010.
 - [98] M. G. Kallitsis, G. Michailidis, and M. Devetsikiotis. A framework for optimizing measurement-based power distribution under communication network constraints. *IEEE SmartGridComm'10*, pages 185–190, 2010.
 - [99] G. Kalogridis, C. Efthymiou, S. Z. Denic, T. A. Lewis, and R. Cepeda. Privacy for smart meters: Towards undetectable appliance load signatures. *IEEE SmartGridComm'10*, pages 232–237, 2010.
 - [100] [128] H. Khurana, R. Bobba, T. Yardley, P. Agarwal, and E. Heine. Design principles for power grid cyber-infrastructure authentication protocols. Hawaii International Conference on System Sciences, pages 1–10, 2010.
 - [101] Y.-J. Kim, M. Thottan, V. Kolesnikov, and W. Lee. A secure decentralized data-centric information infrastructure for smart grid. *IEEE Communications Magazine*, 48(11):58–65, 2010.
 - [102] S. Kishore and L. V. Snyder. Control mechanisms for residential electricity demand in smartgrids. *IEEE SmartGridComm'10*, pages 443–448, 2010.
 - [103] C. Konate, A. Kosonen, J. Ahola, M. Machmoum, and J. F. Diouris. Power line channel modelling for industrial application. *IEEE International Symposium on Power Line Communications and Its Applications'08*, pages 76–81, 2008.
 - [104] B. Kroposki, R. Margolis, G. Kuswa, J. Torres, W. Bower, T. Key, and D. Ton. Renewable systems interconnection: Executive summary. Technical Report NREL/TP-581-42292, U.S. Department of Energy, 2008.
 - [105] H. J. Laaksonen. Protection principles for future microgrids. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 25(12):2910–2918, 2010.
 - [106] R. Leon, V. Vittal, and G. Manimaran. Application of sensor network for secure electric energy infrastructure. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 22(2):1021–1028, 2007.
 - [107] F. Li, B. Luo, and P. Liu. Secure information aggregation for smart grids using homomorphic encryption. *IEEE SmartGridComm'10*, pages 327–332, 2010.
 - [108] F. Li, W. Qiao, H. Sun, H. Wan, J. Wang, Y. Xia, Z. Xu, and P. Zhang. Smart
-

-
- transmission grid: Vision and framework. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 1(2):168–177, 2010.
- [109] H. Li, L. Lai, and R. C. Qiu. Communication capacity requirement for reliable and secure state estimation in smart grid. *IEEE SmartGrid-Comm'10*, pages 191–196, 2010.
- [110] Xi Fang, Satyajayant Misra, Guoliang Xue, Dejun Yang. Smart Grid – The New and Improved Power Grid: A Survey
- [111] H. Li, R. Mao, L. Lai, and R. C. Qiu. Compressed meter reading for delay-sensitive and secure load report in smart grid. *IEEE SmartGridComm'10*, pages 114–119, 2010.
- [112] H. Li and W. Zhang. Qos routing in smart grid. *IEEE Globecom'10*, pages 1–6, 2010.
- [113] J. Li, C.-C. Liu, and K. P. Schneider. Controlled partitioning of a power network considering real and reactive power balance. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 1(3):261–269, 2010.
- [114] E. M. Lightner and S. E. Widergren. An orderly transition to a transformed electricity system. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 1(1):3–10, 2010.
- [115] M. A. Lisovich and S. B. Wicker. Privacy concerns in upcoming residential and commercial demand-response systems. the TRUST 2008 Spring Conference, 2008.
- [116] S. Little. Is microwave backhaul up to the 4G task. *IEEE microwave magazine*, 10(5):67–74, 2009.
- [117] W. Liu, H. Widmer, and P. Raffin. Broadband PLC access systems and field deployment in European power line networks. *IEEE Communications Magazine*, 41(5):114–118, 2003.
- [118] X. Liu. Economic load dispatch constrained by wind power availability: A wait-and-see approach. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 1(3):347–355, 2010.
- [119] X. Liu and W. Xu. Minimum emission dispatch constrained by stochastic wind power availability and cost. *IEEE Transactions on Power Systems*, 25(3):1705–1713, 2010.
- [120] Y. Liu, P. Ning, and M. Reiter. False data injection attacks against state estimation in electric power grids. *ACM CCS*, pages 21–32, 2009.
- [121] F. Lobo, A. Cabello, A. Lopez, D. Mora, and R. Mora. Distribution network as communication system. *SmartGrids for Distribution, CIRED Seminar*, pages 1–4, 2008.
- [122] F. Lobo, A. Lopez, A. Cabello, D. Mora, R. Mora, F. Carmona, J. Moreno, D. Roman, A. Sendin, and I. Berganza. How to design a communication network over distribution networks. 20th Internal Conference and Exhibition on Electricity Distribution, pages 1–4, 2009.
- [123] P. Lombardi, M. Powalko, and K. Rudion. Optimal operation of a virtual power plant. *IEEE Power & Energy Society General Meeting*, pages 1–6, 2009.
- [124] Z. Lu, X. Lu, W. Wang, and C. Wang. Review and evaluation of security threats on the communication networks in the smart grid. *Military Communications Conference'2010*, pages 1830–1835, 2010.
- [125] X. Ma, H. Li, and S. Djouadi. Networked system state estimation in smart grid over cognitive radio infrastructures. *45th Annual Conference on Information Sciences and Systems (CISS)*, pages 1–5, 2011.
-

-
- [126] P. McDaniel and S. McLaughlin. Security and privacy challenges in the smart grid. *IEEE Security & Privacy*, 7(3):75–77, 2009.
 - [127] M. McGranaghan and F. Goodman. Technical and system requirements for advanced distribution automation. *18th International Conference and Exhibition on Electricity Distribution*, pages 1–5, 2005.
 - [128] S. McLaughlin, D. Podkuiko, and P. McDaniel. Energy theft in the advanced metering infrastructure. *4th Workshop on Critical Information Infrastructures Security*, pages 176–187, 2009.
 - [129] H. Meng, S. Chen, Y. L. Guan, C. L. Law, P. L. So, E. Gunawan, and T. T. Lie. Modeling of transfer characteristics for the broadband power line communication channel. *IEEE Transactions on Power Delievery*, 19(3):1057–1064, 2004.
 - [130] A. R. Metke and R. L. Ekl. Security technology for smart grid networks. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 1(1):99–107, 2010.
 - [131] Microsoft. Smart energy reference architecture SERA. 2009.
 - [132] J. Mitra, S. B. Patra, and S. J. Ranade. Reliability stipulated microgrid architecture using particle swarm optimization. *9th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power System*, pages 1–7, 2006.
 - [133] A.-H. Mohsenian-Rad and A. Leon-Garcia. Optimal residential load control with price prediction in real-time electricity pricing environments. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 1(2):120–133, 2010.
 - [134] A.-H. Mohsenian-Rad, V. W. S. Wong, J. Jatskevich, R. Schober, and A. Leon-Garcia. Autonomous demand-side management based on game-theoretic energy consumption scheduling for the future smart grid. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 1(3):320–331, 2010.
 - [135] A. Molderink, V. Bakker, M. G. C. Bosman, J. L. Hurink, and G. J. M. Smit. Management and control of domestic smart grid technology. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 1(2):109–119, 2010.
 - [136] K. Moslehi and R. Kumar. A reliability perspective of the smart grid. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 1(1):57–64, 2010.
 - [137] M. Mouly and M.-B. Pautet. The GSM system for mobile communications. Telecom Publishing, 1992.
 - [138] National Communications System. Technical Information Bulletin 04-1, Supervisory control and data acquisition (SCADA) systems. 2004.
 - [139] National Institute of Standards and Technology. NIST framework and roadmap for smart grid interoperability standards, release 1.0, http://www.nist.gov/publicaffairs/releases/upload/smartgrid_interoperability_final.pdf. January 2010.
 - [140] M. J. Neely, A. S. Tehrani, and A. G. Dimakis. Efficient algorithms for renewable energy allocation to delay tolerant consumers. *IEEE SmartGridComm’10*, pages 549–554, 2010.
 - [141] H. Nikkhajoei and R. H. Lasseter. Microgrid protection. *IEEE Power Engineering Society General Meeting’07*, pages 1–6, 2007.
 - [142] North Amercian Electric Reliability Corporation. <http://www.nerc.com/?lez/blackout.html>
 - [143] North American SynchroPhasor Initiative, Performance and Standard Task Team. A guide for PMU installation, commissioning and maintenance, Part II, PMU installation procedures. 2007.
-

-
- [144] L. F. Ochoa and G. P. Harrison. Minimizing energy losses: Optimal accommodation and smart operation of renewable distributed generation. *IEEE Transactions on Power Systems*, 26(1):198–205, 2011.
- [145] D. O’Neill, M. Levorato, A. Goldsmith, and U. Mitra. Residential demand response using reinforcement learning. *IEEE SmartGrid-Comm’10*, pages 409–414, 2010.
- [146] T. M. Overman and R. W. Sackman. High assurance smart grid: Smart grid control systems communications architecture. *IEEE SmartGrid-Comm’10*, pages 19–24, 2010.
- [147] F. Pan, R. Bent, A. Berscheid, and D. Izraelevitz. Locating PHEV exchange stations in V2G. *IEEE SmartGridComm’10*, pages 173–178, 2010.
- [148] P. P. Parikh, M. G. Kanabar, and T. S. Sidhu. Opportunities and challenges of wireless communication technologies for smart grid applications. *IEEE Power and Energy Society General Meeting’10*, pages 1–7, 2010.
- [149] M. Parvania and M. Fotuhi-Firuzabad. Demand response scheduling by stochastic SCUC. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 1(1):89–98, 2010.
- [150] N. Pavlidou, A. H. Vinck, J. Yazdani, and B. Honary. Power line communications: state of the art and future trends. *IEEE Communications Magazine*, 41(4):34–40, 2003.
- [151] R. G. Pratt. Transforming the U.S. electric system. *IEEE PES Power System Conference and Exhibition’04*, pages 1651–1654, 2004.
- [152] S. Rahman, M. Pipattanasomporn, and Y. Teklu. Intelligent distributed autonomous power systems (IDAPS). *IEEE Power Engineering Society General Meeting’07*, pages 1–8, 2007.
- [153] A. Rial and G. Danezis. Privacy-preserving smart metering, <http://research.microsoft.com/pubs/141726/main.pdf>.
- [154] D. W. Rieken and M. R. Walker. Ultra low frequency power-line communications using a resonator circuit. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 2(1):41–50, 2011.
- [155] Roadmap Smart Grids Austria. Der Weg in die Zukunft der elektrischen Stromnetze, version prepared for the smart grids week salzburg. 2009.
- [156] S. Rohjansand, M. Uslar, R. Bleiker, J. Gonz’alez, M. Specht, T. Suding, and T. Weidelt. Survey of smart grid standardization studies and recommendations. *IEEE SmartGridComm’10*, pages 583–587, 2010.
- [157] J. Roncero. Integration is key to smart grid management. *IET-CIRED Seminar 2008: SmartGrids for Distribution*, pages 1–4, 2008.
- [158] M. Roozbehani, M. Dahleh, and S. Mitter. Dynamic pricing and stabilization of supply and demand in modern electric power grids. *IEEE SmartGridComm’10*, pages 543–548, 2010.
- [159] S. Mohagheghi, J. Stoupis, Z. Wang, Z. Li, and H. Kazemzadeh. Demand response architecture: Integration into the distribution management system. *IEEE SmartGridComm’10*, pages 501–506, 2010.
- [160] B. D. Russell and C. L. Benner. Intelligent systems for improved reliability and failure diagnosis in distribution systems. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 1(1):48–56, 2010.
- [161] A. Y. Saber and G. K. Venayagamoorthy. Unit commitment with vehicle-to-grid using particle swarm optimization. *IEEE Bucharest Power Tech Conference*, pages 1–8, 2009.
-

-
- [162] A. Y. Saber and G. K. Venayagamoorthy. Plug-in vehicles and renewable energy sources for cost and emission reductions. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 58(4):1229–1238, 2011.
 - [163] D. Salomonsson, L. Söder, and A. Sannino. Protection of low-voltage dc microgrids. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 24(3):1045–1053, 2009.
 - [164] P. Samadi, A.-H. Mohsenian-Rad, R. Schober, V. W. Wong, and J. Jatskevich. Optimal real-time pricing algorithm based on utility maximization for smart grid. *IEEE SmartGridComm '10*, pages 415–420, 2010.
 - [165] H. Sandberg, A. Teixeira, and K. H. Johansson. On security indices for state estimators in power networks. *the First Workshop on Secure Control Systems*, 2010.
 - [166] T. Sauter and M. Lobashov. End-to-end communication architecture for smart grids. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 58(4):1218–1228, 2011.
 - [167] SMB Smart Grid Strategic Group (SG3). IEC smart grid standardization roadmap. 2010.
 - [168] E. Sortomme, M. M. Hindi, S. D. J. MacPherson, and S. S. Venkata. Coordinated charging of plug-in hybrid electric vehicles to minimize distribution system losses. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 2(1):198–205, 2011.
 - [169] E. Sortomme, S. S. Venkata, and J. Mitra. Microgrid protection using communication-assisted digital relays. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 25(4):2789–2796, 2010.
 - [170] M. Souryal, C. Gentile, D. Griffith, D. Cypher, and N. Golmie. A methodology to evaluate wireless technologies for the smart grid. *IEEE SmartGridComm'10*, pages 356–361, 2010.
 - [171] A. A. Sreesha, S. Somal, and I.-T. Lu. Cognitive radio based wireless sensor network architecture for smart grid utility. 2011 IEEE Long Island Systems, Applications and Technology Conference (LISAT), pages 1–7, 2011.
 - [172] State Grid Corporation of China. SGCC framework and roadmap for strong and smart grid standards, whitepaper. 2010.
 - [173] T. Takuno, T. Hikiara, T. Tsuno, and S. Hatsukawa. HF gate drive circuit for a normally-on SiC JFET with inherent safety. 13th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE2009), pages 1–4, 2009.
 - [174] J. Taneja, D. Culler, and P. Dutta. Towards cooperative grids: Sensor/ actuator networks for renewables integration. *IEEE SmartGrid-Comm'10*, pages 531–536, 2010.
 - [175] J. Tate and T. Overbye. Line outage detection using phasor angle measurements. *IEEE Transactions on Power Systems*, 23(4):1644–1652, 2008.
 - [176] J. Tate and T. Overbye. Double line outage detection using phasor angle measurements. *IEEE Power & Energy Society General Meeting'09*, pages 1–5, 2009.
 - [177] The Congress of the United States. Energy Independence and Security Act of 2007, an Act of the Congress of the United States of America Publ. L. No. 110-140, H.R. 6. December 2007.
 - [178] The Congress of the United States. American Recovery and Reinvestment Act of 2009, an Act of the Congress of the United States of America Publ. L. No. 111-5. February 2009.
 - [179] The Smart Grid Interoperability Panel - Cyber Security Working Group. Guidelines
-

-
- for Smart Grid cyber security: Vol. 1, Smart Grid cyber security strategy, architecture, and high level requirements. NISTIR 7628.
- [180] A. Tisot. Rio grande electric monitors remote energy assets via satellite. *Utility Automation & Engineering T&D Magazine*, 2004.
 - [181] R. M. Tumilty, I. M. Elders, G. M. Burt, and J. R. McDonald. Coordinated protection, control & automation schemes for microgrids. *International Journal of Distributed Energy Resources*, 3(3):225–241, 2007.
 - [182] M. Uslar, S. Rohjansand, R. Bleiker, J. Gonz´alez, M. Specht, T. Suding, and T. Weidelt. Survey of smart grid standardization studies and recommendations - part 2. *IEEE PES’10*, pages 1–6, 2010.
 - [183] M. Vaiman, M. Vaiman, S. Maslennikov, E. Litvinov, and X. Luo. Calculation and visualization of power system stability margin based on PMU measurements. *IEEE SmartGridComm’10*, pages 31–36, 2010.
 - [184] D. P. Varodayan and G. X. Gao. Redundant metering for integrity with information-theoretic confidentiality. *IEEE SmartGridComm’10*, pages 345–349, 2010.
 - [185] Y. Wang, W. Li, and J. Lu. Reliability analysis of wide-area measurement system. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 25(3):1483–1491, 2010.
 - [186] WWF. The energy report, <http://wwf.panda.org/what we do/footprint/climate carbon energy/energy solutions/renewable energy/sustainable energy report/>. 2010.
 - [187] L. Xie, Y. Mo, and B. Sinopoli. False data injection attacks in electricity markets. *IEEE SmartGridComm’10*, pages 226–231, 2010.
 - [188] W. Xu and W. Wang. Power electronic signaling technology-a newclass of power electronics applications. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 1(3):332–339, 2010.
 - [189] S. C. Yang. 3G CDMA2000 wireless system engineering. Artech House Publishers, 2004.
 - [190] P. Yi, A. Iwayemi, and C. Zhou. Developing ZigBee deployment guideline under WiFi interference for smart grid applications. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 2(1):110–120, 2011.
 - [191] S. You, C. Træholt, and B. Poulsen. A market-based virtual power plant. *IEEE ICCEP*, pages 460–465.
 - [192] S. You, C. Træholt, and B. Poulsen. Generic virtual power plants: Management of distributed energy resources under liberalized electricity market. the 8th International Conference on Advances in Power System Control, Operation and Management, pages 1–6, 2009.
 - [193] Y. Yuan, Z. Li, and K. Ren. Modeling load redistribution attacks in power systems. *IEEE Transaction on Smart Grid*, 2(2):382–390, 2011.
 - [194] H. Zareipour, K. Bhattacharya, and C. Canizares. Distributed generation: Current status and challenges. *NAPS’04*, pages 1–8, 2004.
 - [195] P. Zhang, F. Li, and N. Bhatt. Next-generation monitoring, analysis, and control for the future smart control center. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 1(2):186–192, 2010.
 - [196] J. Zhu and A. Abur. Improvements in network parameter error identification via synchronized phasors. *IEEE Transactions on Power Systems*, 25(1):44–50, 2010.
 - [197] M. Zimmermann and K. Dostert. Analysis and modeling of impulsive noise in broad-band powerline communications. *IEEE Transactions on Electromagnetic*
-

-
- Compatibility, 44(1):249–258, 2002.
- [198] A. A. Aquino-Lugo and T. J. Overbye. Agent technologies for control application in the power grid. 43th Hawaii International Conference on System Sciences, pages 1–10, 2010.
- [199] T. Groves. Incentives in teams. *Econometrica*, 41(4):617–631, 1973
- [200] W. Vickrey. Counterspeculation, auctions, and competitive sealed tenders. *The Journal of Finance*, 16(1):8–37, 1961.
- [201] K. Clement, E. Haesen, and J. Driesen. Coordinated charging of multiple plug-in hybrid electric vehicles in residential distribution grids. *IEEE PSCE'09*, pages 1–7.
- [202] Bruce Hamilton and Matthew Summy. Benefits of the smart grid part of a long-term economic strategy. *IEEE power & energy magazine*, january/february 2011, page 101-104

KAPITULLI 3

APLIKIMI I RRJETIT TË MENÇUR SG (SMART GRID) NË SISTEMET SHPËRNDARËSE TË KOSOVËS

3.1 HYRJE

Zgjerimi i tregut të energjisë elektrike dhe riorganizimi i kompanive elektroenergjetike (prodhimi, transmetimi, shpërndarja, etj.), kërkon një mbikëqyrje të sistemit të shpërndarjes të energjisë elektrike në të gjitha nivelet e tensionit. Detyra e sistemeve të shpërndarjes është furnizimi i sigurt, cilësor dhe i bollshëm i konsumatorëve me energji elektrike dhe atë me një kosto ekonomike të përballueshme. Numri i madh i objekteve të të gjitha niveleve të tensionit, si dhe numri i madh i ngjarjeve të planifikuara dhe të paplanifikuara, detyrojnë kryerjen e veprimeve operative të shumta si dhe ndërrim të konfigurimit të rrjetit shpërndarës, për këtë arsye është me rëndësi të madhe mbikëqyrja dhe monitorimi nga distanca e rrjetit shpërndarës si në aspektin teknik dhe atë ekonomik. Sistemi i mençur *Smart Grid* dhe *Scada System*, ofron mundësinë që nëpërmjet infrastrukturës së “mençur”(smart) dhe inteligjente të realizohet monitorimi dhe kontrolli në distancë në kohë reale. Në këtë mënyrë sigurohet automatizimi i sistemeve të shpërndarjes, analiza dhe mbrojtja nga dëmtimet, si dhe realizohet optimizmi dhe dirigjimi i parametrave kryesorë të sistemit shpërndarës. Në Figurën 3.1 jepet një tabllë e filozofisë së rrjetit të mençur (SG).

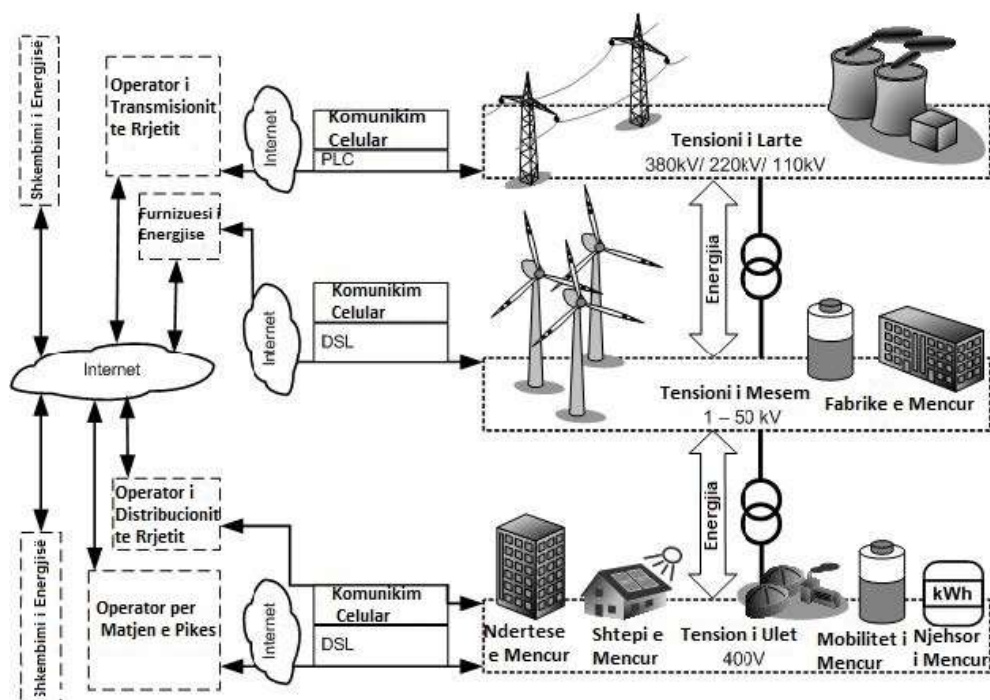


Figura 3.1 Një tabllë e filozofisë së rrjetit të mençur.

Sistemi i rrjetit të mençur përbehet nga tri grupe: fillon nga matja e mençur (*smart metering*) deri te menaxhimi personal i energjisë (*Personal energy management*) dhe ndihmohet nga menaxhimi i rrjetit (*network management*). Në kapitullin e dytë të këtij punimi është trajtuar aspekti teorik i rrjeteve të mençura, andaj në këtë kapitull të këtij punimi do të paraqitet situata e aplikimit të rrjetit të mençur (smart grid) në rrjetin e shpërndarjes në Kosovë, si dhe analiza e kostos dhe përfitimit për implementimin e tyre.

Rrjeti i mençur është një rrjet elektrik që mundëson integrimin inteligjent të veprimeve të të gjithë shfrytëzuesve të cilët janë të lidhur në të: gjeneratorët, rrjetet e transmetimit, rrjetet shpërndarëse dhe konsumatorët, që së bashku mundësojnë furnizim të sigurt, eficient, stabil dhe ekonomik me energji elektrike. Rrjeti i mençur është i bazuar mbi matjen e mençur (*smart metering*), pra njehsorët e mençur (*smart meters*) janë elementet fillestare themelore për krijimin e një rrjeti të mençur. Në figurën 3.2 paraqitet skema kryesore e sistemit të rrjetit të mençur.

Ideja bazë e sistemeve të mençura është e vjetër, por zhvillimi i sotëm i teknologjisë ka bërë të mundur jetësimin efikas të idesë për zhvillimin e sistemeve të mençura. Sistemi i rrjetit të mençur përbehet nga tri grupe: matja e mençur (*smart metering*), menaxhimi personal i energjisë (*personal energy management*) dhe menaxhimi i rrjetit (*network management*).

Rrjeti i mençur është një rrjet inteligjent që mundëson integrimin e veprimeve të të gjithë shfrytëzuesve të cilët janë të lidhur në rrjetin elektrik: gjeneratorët, rrjetet transmetuese, rrjetet shpërndarëse, konsumatorët dhe të atyre që së bashku mundësojnë furnizim të sigurt, të qëndrueshëm dhe ekonomik të energjisë elektrike.

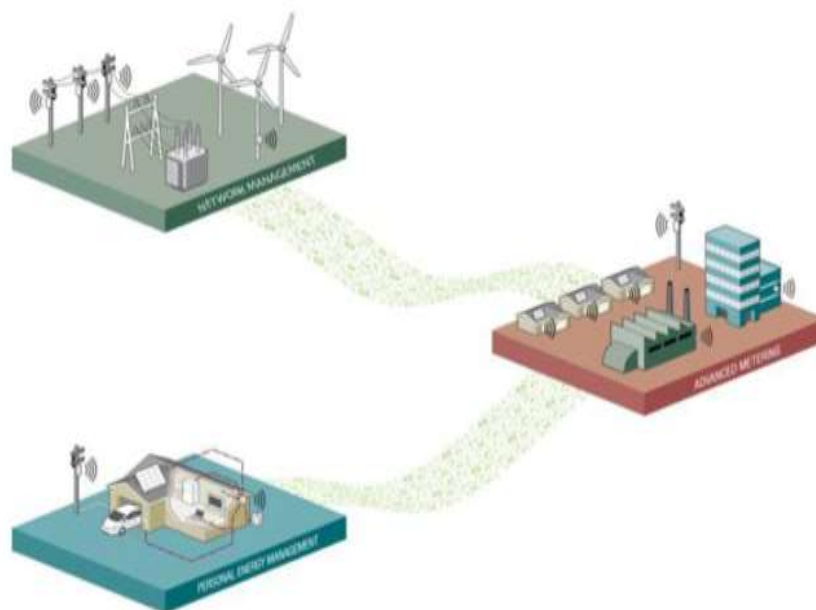


Figura 3.2. Skema kryesore e sistemit të rrjetit të mençur

3.1.1 Matja e avancuar AM (*Advanced metering*)

Pajisjet e matjeve të mençura (*smart metering*) dhe softuerët e avancuar (*advanced software*) mundësojnë komunikimin në kohë reale mes qendrës kontrolluese dhe konsumatorëve.

Zgjidhjet *multi-energy* mund të mbulojnë të gjitha format e energjisë, që çojnë në ruajtjen e kostos së bartjes dhe shpenzimit të energjisë elektrike. Te ky grup përfshihen të

gjithë konsumatorët e energjisë elektrike: konsumatorët e mëdhenj, të mesëm dhe të vogël. Me matjen e AM (*advance metering*) mund të bëhet kontrolli i rrjedhjes së energjisë, optimizimi i energjisë, zhvendosja e kohës së pikut, si dhe zvogëlimi i vet pikut të ngarkesës.

3.1.2 Menaxhimi Personal i Energjisë (*Personal energy management*)

Konsumatori mund të pranojë informata në kohë reale në lidhje me shpenzimin e energjisë elektrike, gazit, ujit dhe nxehjes, tarifat e energjisë, si dhe nëse ka burime të prodhimit të energjisë (përmes paneleve solare etj.), pastaj sa energji ka futur në rrjet dhe koston e kursyer apo fituar. Me këtë vjen deri te ngritja e vetëdijes për kursimin e të hollave dhe energjisë.

3.1.3 Menaxhimi i Rrjetit (*Network Management*)

Me menaxhim të rrjetit nënkuptojmë menaxhimin e rrjedhave të energjisë në sistemin shpërndarës, duke përfshirë edhe të gjithë prodhimin e vendit, si dhe hyrjet e daljet nga rrjeti interkonektiv mes shteteve fqinje.

Automatizimi i punës së rrjetit elektroenergjetik kërkon implementim me sisteme të ndërlydhura të cilat në vete përmbajnë nënsisteme dhe pajisje:

- 1) pajisje ndërprerëse në objektet e rrjetit (pajisje primare energjetike në trafostacione të tensionit të mesëm dhe të ulët, si dhe në rrjetet ajrore të cilat mundësojnë mbikëqyrje dhe manipulime nga distanca),
- 2) sensorë, indikatorë të pajisjeve në objekte,
- 3) duhet të ketë pajisje për mbledhjen e të dhënave në këto objekte,
- 4) të ketë sistem komunikimi dhe
- 5) pajisje kompjuterike në qendrën për monitorim dhe komandim nga distanca.

3.2 PAJISJET E RRJETIT TË TM¹ DHE OBJEKTET PËR MANIPULIM NGA DISTANCA

Në objektet e tensionit të mesëm, të cilat në vete kanë nënsistemin për komandim nga distanca, duhet t'i kenë pajisjet ndërprerëse si në vazhdim:

- 1) ndarëset e fuqive në anën hyrëse, dalëse, fushën lidhëse dhe në trafo-fushë të tensionit të mesëm dhe të ulët.
- 2) Ndarëset e linjave në hyrje, dalje dhe shtyllat e largpërçuesve në rrjetin e tensionit të Mesëm.

¹ TM – Tensioni i mesëm

3.2.1 Ndarëset e fuqisë në hyrje, dalje dhe në trafo-fushën në trafostacionin e TM/TU²

Ndarëset e fuqisë në hyrje-dalje dhe në trafo-fushë të transformatorit në përgjithësi janë të paraparë për manipulim manual (me dorë). Për nevojat e mbikëqyrjes dhe komandimit nga distanca është e nevojshme të bëhen përshtatje shtesë dhe rregullim të këtyre pajisjeve ndarëse me mjete të cilat kanë mundësi të komandimit nga distanca, pajisjet për aktivizim të sinjalit të statusit, alarmit dhe matjet nga objekti si dhe pajisjeve për detektimin (indikimin) dhe lokalizimin e prishjeve. Përzgjedhja dhe instalimi i këtyre pajisjeve duhet të jetë në pajtueshmëri me pajisjet ekzistuese në objekt. Në fazën e përgatitjes së rrjetit për automatizimin e saj më së shumti nevojitet punë në pajisjet primare energjetike. Përvojat elektroenergjetike tregojnë që nuk është ekonomikisht e arsyeshme përpunimi apo përshtatja e pajisjeve të vjetra energjetike. Për këtë arsye në trafostacionet e TM/TU, zgjidhja më e mirë është ndërrimi i ndarësve ekzistues të fuqisë të TM me pajisjet e reja me blloqe të integruara (Ring Main Unit) të cilat përmbajnë pajisje ndarëse me ngasje elektromotorike dhe pajisje mbrojtëse të integruara, si dhe indikatorët e prishjeve. Përshtatja shtesë e të dhënave të këtyre blloqeve për aktivizim nga distanca nuk është e nevojshme, ato ndërlidhen drejtpërdrejt me qendrën e komandimit në distancë të objektit.

Gjatë projektimit dhe ndërtimit të objekteve të reja elektroenergjetike në rrjetin shpërndarës duhet menjëherë të parashihet ndërtimi i pajisjeve primare adekuatë dhe pajisjeve të cilat përmbushin kërkesat për t'u futur në sistem të automatizimit në pajtueshmëri me zgjidhjen teknike bashkëkohore.

3.2.2 Pajisjet ndërprerëse në rrjetet e TM

Automatizmi i rrjeteve distributive merr parasysh edhe pajisjet ndërprerëse në shtyllat e largpërçuesve. Ndërrimi i konfiguracionit në rrjetin ajror të tensionit të mesëm, zakonisht bëhet me ndihmën e pajisjeve ndarëse dhe ndërprerësve. Këto elemente janë të parapara për montim horizontal ose vertikal në shtyllat e largpërçuesve dhe kanë mekanizëm manual (me dorë).

Në linjat ajrore pajisjet ndarëse të tensionit të mesëm në rrjetin elektrik në Kosovë nuk janë të komandueshme nga distanca. Është e nevojshme të shtohen pajisje shtesë-me elektromotorë apo të ndërrohet pajisja ndarëse me ndarës të ri. Me qëllim të sigurimit të funksionimit të punës së pavarur të ndarësve linjor, ashtu që të bëjnë ndarjen nga rrjeti i pjesës me defekt, është e nevojshme të futen modulet për detektim të rrymave të prishjes dhe modulet për komandim logjik lokal.

Ndarëset linjor në përçuesit e tensionit të mesëm mund të jenë të automatizuar deri në nivele të ndryshme, që mund të sjell shkallë të ndryshme të automatizimit të rrjetit distributiv. Në treg janë të disponueshme ndarësa autonom të automatizuar, ndarës të komanduar nga distanca dhe ndërprerës të linjës të komanduar nga distanca.

² TM/TU – Tensioni i mesëm / Tensioni i ultë

3.2.3 Indikatorët – detektorët e prishjeve

Menaxhimi i prishjeve (Fault Management) është një nga funksionet themelore të mbikëqyrjes së rrjetit distributiv të automatizuar.

Dy lloje themelore të prishjeve në rrjetet e tensionit të mesëm janë lidhja e shkurtë në mes të fazave dhe lidhja e shkurtë me tokën. Varësisht nga lloji i tokëzimit të rrjeteve, si dhe nga konfiguracioni i rrjeteve, përcaktohet edhe lloji i pajisjeve të cilat duhen të përdoren për detektimin e prishjeve, mënyrën e lokalizimit të prishjeve dhe izolimin e tyre.

Indikatorët e prishjeve janë pajisje të dedikuara për gjetjen e shpejtë të pjesës së rrjetit në prishje si në përçuesit ajrorë ashtu edhe në ata kabllor. I përkasin pajisjeve për automatizim themelor të rrjeteve të tensioneve të mesme. Vendet në të cilat mund të instalohen indikatorët e prishjeve dhe detektorët e tensionit janë: trafostacionet e TM/TU, stabilimentet shpërndarëse të tensionit të mesëm, si dhe përçuesit nëntokësor dhe ajror.

Indikatorët e prishjeve detektojnë dhe sinjalizojnë kalimin e rrymave të lidhjes së shkurtë. Indikacioni do të aktivizohet vetëm në rastin kur indikatori i detektimit ndodhet në mes të pjesës së rrjetit nën tension dhe pjesës së prishur të rrjetit. Indikatorët e tjerë, nëpër të cilën nuk kalon rryma nuk eksitohen, që d.m.th që prishja ndodhet pas indikatorit të parë me gjendjen e eksituar, ose në pjesën tjetër të rrjetit në qoftë se asnjëri nga indikatorët e prishjeve nuk është eksituar, siç shihet në figurën 3.3.

Me rëndësi është të potencohet se ndërrimi i topologjisë së rrjetit nuk guxon të ndikoj në algoritmin e punës së indikatorëve të prishjeve.

Edhe pse zgjidhjet standarde nënkuptojnë vendosjen e indikatorëve të prishjeve në celulat hyrëse dhe dalëse të trafostacionit TM/TU, shtrohet pyetja a ka arsyeshmëri tekniko-ekonomike kjo mënyrë e vendosjes. Në shumicën e objekteve të trafostacioneve të TM/TU, për funksionimin dhe operimin normal të tyre është e mjaftueshme të vendosen indikatorët e prishjeve vetëm në celula dalëse për arsye se prishja në vetë objektin ndodh shumë rrallë në krahasim me ndodhitë në rrjetet e tensionit të mesëm.

Detektorët e rrymave të prishjes në të shumtën e rasteve i marrin informatat nga ndodhitë në linjat elektrike përmes transformatorëve matës rrymorë, të cilët janë të lidhur në qarkun rrymorë të tensionit të mesëm. Këto pajisje detektojnë shumicën e prishjeve (lidhjen e shkurtë dyfazore dhe trefazore si dhe lidhjen e shkurtë me tokë). Pajisjet bashkëkohore për detektim të prishjes bazohen në platforma mikroprocesore të cilat ofrojnë mundësi të mëdha si: rregullimi i parametrave të ndjeshmërisë së detektimit dhe vonimin e indikacionit. Përveç detektimit të prishjeve këto pajisje përdoren edhe për matjen e rrymave nëpër faza.

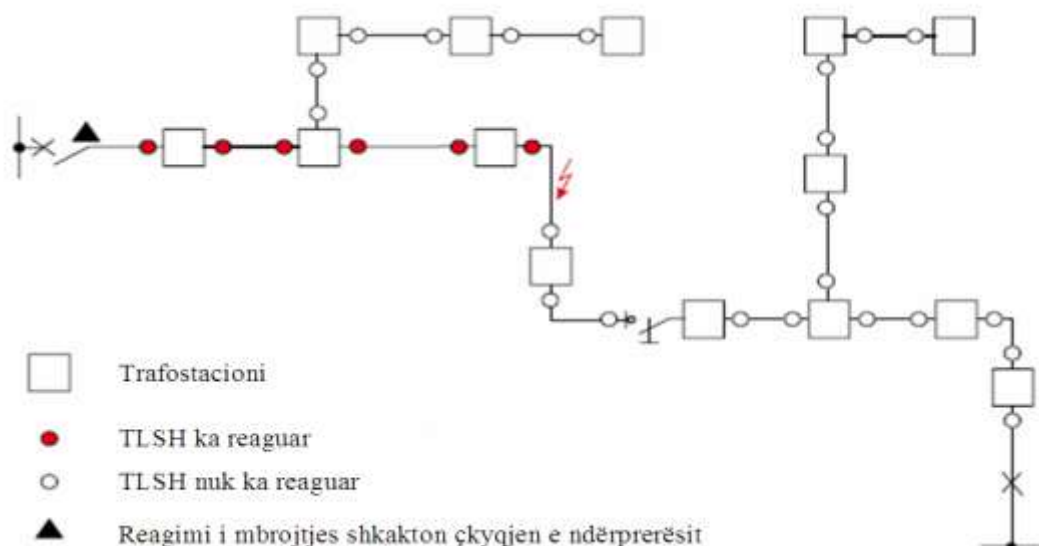


Figura 3.3 Gjetja e vendit të prishjes me ndihmën e detektorëve të lidhjes së shkurtë

Instalimi i indikatorëve të prishjeve në rrjetet e TM paraqet nivelin themelor të automatizimit të rrjeteve distributive, me të cilat arrihet më sigurt dhe më shpejtë te vendi i prishjes. Vendosja e tyre tregon rezultate shumë të mira në shkurtimin e kohës për gjetjen e vendit të prishjes dhe vlerave të vogla të investimit. Në qoftë se këto pajisje i plotësojmë me sistemin për lajmërim nga distanca për prishjen e detektuar, fitohet mundësia për mbikëqyrjen e këtyre punëve nga qendra e kontrollës, përmes programit për mbikëqyrje në kohën reale SCADA dhe programit për udhëheqje me rrjetin distributive (Distribution Management System-DMS³) e cila është njëra nga funksionet kryesore për lokalizimin automatik të vendit të prishjes, izolimin e vendit të prishjes, si dhe rivendosjen e furnizimit në pjesën e rrjetit e cila nuk është prekur nga prishja.

3.3 PËRPUNIMI LOKAL I TË DHËNAVE – STACIONI (NJËSIA) NGA DISTANCA

Kur themi sistem i dirigjimit nga distanca në trafostacione të TM/TU, ne mendojmë në ndërprerësat dhe ndarësat e tensionit të mesëm në fushat hyrëse – dalëse dhe në trafo-fushë e tensionit të mesëm, ndërsa mbikëqyrja nënkupton përcjellja e gjendjes të të gjitha elementeve ndërprerës dhe përcjellja e alarmeve të njësive matëse. Për mbledhjen e këtyre të dhënave dhe përpunimin e tyre lokal, si dhe dhënien e komandave është përgjegjës stacioni(njësia) nga distanca (RTU⁴) në objekt.

Stacioni i komandimit nga distanca në trafostacionin e TM/TU dallohet nga ato të cilat vendosen në objektet e TL/TU. Në kuptimin themelor ato duhet t'i kenë karakteristikat në vijim:

³ DMS - Distribution Management System (Menaxhimi i sistemit shpërndarës) – serveri.

⁴ RTU - Remote Terminal Unit (njësia e fundit vepruese në largësi)

-
- të bëj funksionin e mbikëqyrjes lokale dhe nga largësia si dhe udhëheqjen në kohë reale- komandimin e ndërprerësve, aktivizimin e statusit të sinjalit të pajisjeve ndarëse, aktivizimin e alarmeve, aktivizimin e vlerave matëse të madhësive matëse (rrymave, tensioneve, fuqisë aktive etj.), detektimin automatik dhe izolimin e pjesës së prishur të rrjetit, në mënyrë automatike të bëjë furnizimin e pjesës së rrjetit e cila nuk është në defekt, arkivimin e të dhënave të ndodhive dhe madhësive të matura të madhësive elektrike në sistem për nevojat e analizave të mëvonshme;
 - mundësinë e bllokimit të komandimit nga distanca;
 - mundësi sinkronizimi të kohës së saktë;
 - furnizim të pandërprerë(pavarur) për pajisjet energjetike dhe pajisjet në sistemin për automatizim, me mundësi të kontrollimit të tensionit;
 - të ketë lidhje me detektorët e tensionit, me indikatorët e lidhjes së shkurtë dhe të lidhjes me tokë;
 - të ketë mundësi komunikimi me qendrën dispeçerike;
 - të ketë dimensione të vogla;
 - përshtatshmërinë për montim të brendshëm në trafostacione të TM/TU, gjithashtu edhe për montim në shtyllat e largpërçuesve,
 - që stacioni(njësia) nga distanca për ndarësit linjor të përmban ose të jetë e lidhur me transformator matës të tensionit dhe të rrymës, furnizim nga bateritë. Si opsion mundet me qenë edhe e përgatitur dhe me ndërprerës ndarës (elektromotor, gaz intern);
 - që funksioni i bartjes së të dhënave deri te qendra e mbikëqyrjes në distancë përveç thirrjes ciklike të përmbaj edhe opsionin e ngjarjes “on event”
 - që moduli i komunikimit të mundësoj komunikim në spektrin e gjerë të medimeve të komunikimit dhe protokolleve, të përmbaj IEC 60870-5-110 protokollin si protokoll standard të komunikimit për bartjen e të dhënave;
 - që në rastin e komunikimit përmes radio-lidhjeve, për arsye të rajonit gjeografik të gjerë të cilën duhet ta mbulon, të ketë mundësi pune si stacion repititor në parimin ruaj dhe përcjell (store and forward).

3.4 NËNSISTEMI I TELEKOMUNIKIMIT (NT)

Nënsistemi i telekomunikimit (NT) duhet të siguroj bartjen e sigurt të të dhënave dhe ndërrimin e informatave në mes të stacioneve (njësive) nga distanca dhe qendrës së kontrollit, duke përdorur medimet dhe protokollet komunikuese me performansa të larta. Nënsistemi i komunikimit (NT) duhet të ketë mundësi të punoj sikur në modin e thirrjeve ciklike, kur qendra e komandimit thërret periodikisht dhe i merr të dhënat nga stacionet e konektura(lidhura) në distancë gjithashtu edhe kur qendrës së komandimit i nevojitet modi “on event” ,e cila inicohet me regjistrimin (të definuar paraprakisht) e ngjarjeve nga ana e stacionit (njësisë) nga distanca në objektin në të cilin është instaluar.

Zgjedhja e rrugës bartëse komunikuese optimale varet nga kriteret vijuese:

-
- sasisë së informatave për bartje,
 - frekuenca e ndërrimit, përkatësisht shpeshtësinë e komunikimit,
 - llojin e informatave të cilat ndërrohen në sistem,
 - distancës në të cilën barten të dhënat,
 - sigurinë e informatave të bartura,
 - paraqitja gjeografike e rajonit,
 - siguria dhe disponueshmëria e mediumit të bartjes,
 - çmimi i bartjes të të dhënave dhe
 - kushtet e mirëmbajtjes së nënsistemit telekomunikues.

Për realizimin e nënsistemit telekomunikues në disponim janë shumë teknologji telekomunikuese. Alternativat e pranuar duhet të shprehen në kërkesat për bartjen e sasive të vogla të të dhënave me shpejtësi mesatare, por me numër të madh të objekteve të shpërndara dhe kufizimin financiar për shkak të numrit të madh të objekteve të cilat duhet të lidhen në mes vete.

Zgjedhja e teknologjive për realizimin e nënsistemit telekomunikues është si në vijim;

- radio-lidhje klasike analogo-monokanale me koncept të bartjes së të dhënave me kërkesat (“on event”) dhe eventualisht, me thirrjen ciklike të kohëpaskohshme të të gjitha objekteve në sistemin e qendrës së komandimit (për kontrollimin e punës së rregullt të sistemit)
- radio-lidhje mobile bashkëkohore digjitale të realizuara sipas “TETRA⁵” specifikut,
- radio-sistemit “pikë- shumë pika” në spektrin e gjerë në ISM⁶ në diapazonin e frekuencave (0.43 ose 2.4 GHz) ose me ndonjërin gjerësi të frekuencës mikrovalore të licencuar (WLAN⁷) ,
- sistemi mobil GSM ose GPRS,
- PLC/DLC (Power Line Carrier/ Distribution Line Carrier) të sistemit “pikë-pikë” ose “pikë-shumë pika” nëpër përçuesit 10 (20) kV,
- përdorimin e nënsistemit telekomunikues dykahëshe të rezervuar me kapacitete në SKD (Sistemi Kabllorik Distributiv) për bartjen e sinjalit televiziv te SKD,
- sistemin e bartjes nëpër kabllot optike të vendosura nëpër përçuesit ajror të tensionit të mesëm (kablli optik mund të jetë i vendosur në brendi të përçuesit fazor, i mbështjell rreth përçuesit fazor ose i vendosur si kabllor i veçantë jo metalik “i varur” nëpër shtyllat e linjave ajrore të tensionit të mesëm),
- sistemin e bartjes nëpër kabllor optike të vendosura në brendi të përçuesve nëntokësor të tensionit të mesëm ose nëpërmes kabllorve optike të vendosura në të njëjtin kanal me kabllor të tensionit të mesëm dhe

⁵ TETRA - TErrestrial Trunked Radio (Trans European Trunked Radio) – d.m.th. Radio komunikuese profesionale.

⁶ ISM - Imperial Service Medal

⁷ WLAN - Wireless Local Area Network

-
- sistemin e bartjes nëpër kabllot klasike telekomunikuese (çiftore apo koaksiale TF kablllo) të vendosura nën tokë ose në TF shtylla në llogari të ndërmarrjes elektrodistributive ose të huazuara nga operatori telefonik.

Me analizë të kujdesshme të rajonit konkret (duke marr parasysh edhe çmimet e realizimit të varianteve veç e veç), gjatë bërjes së dokumentit të projektimit të nënsistemit telekomunikues, është e nevojshme të zgjidhet varianti optimal ose kombinimi i nënsistemeve telekomunikuese.

Numri më i madh i prodhuesve të pajisjeve për mbikqyrjen e rrjetave distributive ofrojnë mundësinë e zgjedhjes të njëres nga protokollet standarde të komunikimit (IEC 60870-5, IEC 60870-6, IEC 61850, DNP 3.0, MODBUS, CIM...), derisa disa prodhues kanë të zhvilluar dhe protokollet e tyre. Në Evropë janë më së shumti në përdorim protokollet komunikuese të bazuara në standardet IEC.

Qendrat e mbikëqyrjes janë të lidhura hirearkisht, kanë përgjegjësi dhe detyra të ndryshme, që rregullohet në bazë të të dhënave statike të cilat e përshkruajnë tërë sistemin.

3.4.1 Nënsistemi në qendrën e komandimit me përkrahje programore

Mbikëqyrja dhe udhëheqja me rrjetin elektrodistributiv bëhet nga qendra dispeqerike me ndihmën e mjeteve softuerike të ndërlikuara të quajtura sisteme DMS ose DAS (Distribution Automation System). Këto sisteme në vete përmbajnë funksionet (fig. 4):

- Hyrja në sinjalet e statusit, alarmit, vlerat e madhësive matëse, udhëheqja me pajisjet ndarëse (SCADA) dhe
- dhe funksionet e nivelit të lartë (detektimi, lokalizimi dhe izolimi i prishjes, restaurimi dhe rekonstruktimi i rrjetit, analiza e lidhjeve të shkurtëra, rrjedhja e fuqisë shpërndarëse, rregullimi optimal i tensionit ...)

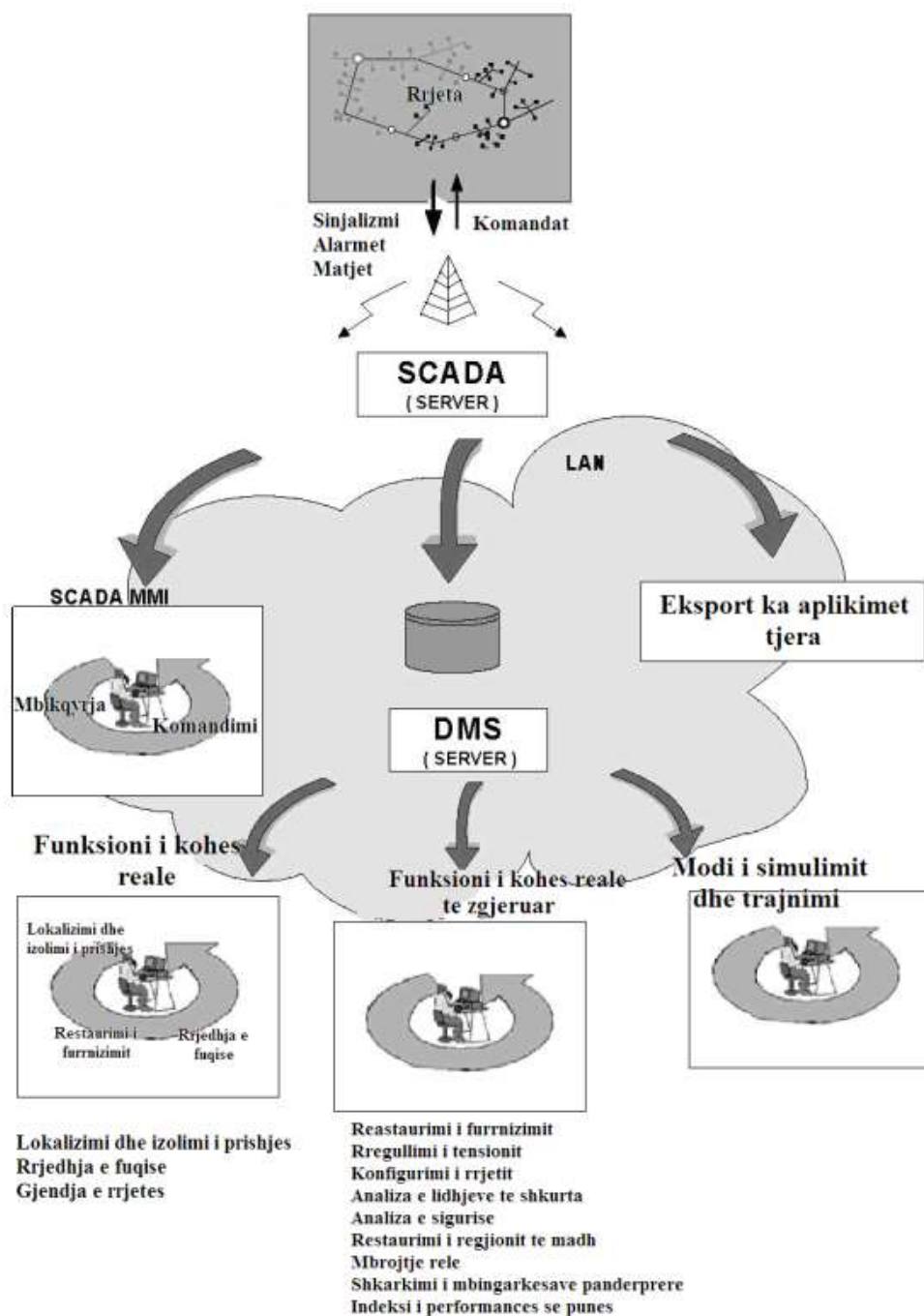


Figura 3.4. Arkitektura e nënsistemit në qendrën e komandimit të sistemit për automatizimin e punës së rrjetit elektrodistributiv

Sistemin për automatizim e përbëjnë SCADA sistemi e cila paraqet të ashtuquajturin program në kohë reale “real-time” i dedikuar për aktivizimin e statusit të pajisjeve ndarëse, prishjeve të detektuara dhe alarmeve, madhësive nga sistemi, si dhe udhëheqjen me mjetet që e mundësojnë këtë. Sistemi SCADA është kryesisht i realizuar përmes arkitekturës “klient/server” në konfigurimin “master/slave”. Shumë prej tyre janë realizuar në “Unix-like” të sistemit operativ “Unix, Linux ...”, por në treg ekzistojnë edhe sisteme SCADA të realizuara në sistemin operativ Windows NT dhe kompjuterë të fuqishëm. Gjithashtu, mjetet softuerike bashkëkohore të arkitekturës së hapur sot mundësojnë konektimin dhe punën e veçantë të sistemeve heterogjene kompjuterike, pra janë të mundura dhe kombinime ku janë serverat SCADA të implementuara në Unix, a në stacionet punuese – Man Machine Interface (MMI) në sistemin operativ Windows NT. Aktivizimi dhe përpunimi i të dhënave bëhet në serverin e

SCADA-s, mbikëqyrja dhe udhëheqja me rrjetin në kohën reale me prezantimet grafike bëhen në stacionet punuese (MMI⁸). Të dhënat e rrjetit të mbikëqyrur janë të vendosura në bazën statike të të dhënave, ndërsa të dhënat nga sistemi elektroenergjetik në bazën dinamike të të dhënave ose ndryshe në bazën “real-time”. Sinkronizimi i kohës së sistemit është kusht shumë i rëndësishëm, SCADA serveri ka edhe funksionin për bartjen e kohës së saktë nga qendra e komandimit deri te të gjitha stacionet fundore (RTU), për çka është e domosdoshme futja e pajisjeve për pranimin e kohës së saktë (marrës GPS) në qendrën e komandimit.

Ndërtimi i sistemit SCADA në mënyrë që të kryej funksionet e nivelit të lartë e mundëson përkrahja programore e DMS. Të dhënat e mbledhura rreth rrjetit të tensionit të mesëm nga serveri i SCADA-ës dërgohen në serverin DMS dhe paraqesin të dhënat bazë për paketën e programit të DMS për udhëheqjen e rrjetit shpërndarës të automatizuar.

Funksionet energjetike të paketës softuerike bashkëkohore DMS janë: rrjedhja e fuqisë, analiza e pajisjeve kyçëse, konfigurimi i rrjetit, lokalizimi i prishjes, restaurimi i punës, shkarkimi i rrjetit në mënyrë të pandërprerë, rregullimi i tensionit, lidhjet e shkurta, rrymat e prishjes, mbrojtjet rele, analiza e sigurisë, indeksi i performancës së punës dhe parashikimi i humbjeve.

Implementimi i programit të automatizimit të distribucioneve është e mundur të bëhet në njërin nga mënyrat:

- Serverin e veçantë për sistemin SCADA në trafostacione 110/x [kV/kV], 35/10[kV/kV], sistemi SCADA për rrjetin e tensionit të mesëm dhe sistemin DMS. Koncepti i këtij ka përparësi në rritjen e sigurisë së sistemit dhe ndarjen e përgjegjësisë dhe punës së dispeçerëve në organizimin e hierarkisë së tyre nëpër qendrat e komandimit. Mirëpo, ajo sjell probleme të baza të të dhënave e cila duhet të mirëmbahet, d.m.th duhen më shumë baza të të dhënave.
- Sistemet e veçanta për SCADA dhe DMS sistemet. Të dhënat nga rrjeta distributive e tërë (objektet, linjat e tensionit të lartë dhe të mesëm) mbledhen në një server SCADA e cila ka funksione të ndara (dy seksione të ndara të SCADA-ës me të dhëna të ndara në të njëjtën pajisje) për sistemin SCADA për trafostacionin TL/TU dhe SCADA sistemin për rrjetin e tensionit të mesëm. Përparësitë dhe të metat e kësaj mënyre janë të njëjta si në rastin e sipërm.

Në të gjitha rastet e cekura, duke pasur parasysh natyrën e programit SCADA si program “real-time” ku karakteristika thelbësore është stabile, e sigurt dhe e shpejtë me procesin, serveri SCADA duhet të paraqitet si “gateway” sipas objekteve të cilat udhëhiqen dhe të cilat udhëheqin.

⁸ MMI - Man-Machine Interface

3.5 MËNYRA E REALIZIMIT

Automatizimi i punës së rrjetit distributiv duhet të fillohet me realizimin e pilot projekteve në objektet e rrjetit të tensionit të mesëm të cilat duhet së pari të zgjedhen sipas kriterëve të paracaktuara për zgjedhjen e lokacionit optimal dhe numrin e resurseve të udhëhequra, duke pasur parasysh që objektet e zgjedhura të përbëjnë një tërësi në të cilën munden të testohen të gjitha funksionet e sistemit.

Pilot projekti duhet të përfshijë:

- Instalimin e indikatorëve-detektorëve të rrymave të prishjes të mbikëqyrura nga distanca në daljet e zgjedhura të linjave ajrore apo kabllore të tensionit 10 (20) kV. Indikatorët e prishjeve janë pajisje relativisht të thjeshta me ndihmën e të cilave mund të arrihet shkurtimi i kohës së gjetjes të pjesës së rrjetit nën defekt dhe nuk janë shumë të kushtueshme,
- Instalimin e ndarësve linjor të komanduar nga distanca për montim në shtylla, në daljet e veçanta, rrjetin ajrore 10(20) kV, me instalimin e detektorëve të rrymës së prishjes të integruar në sistemin me izolim automatik të prishjes dhe restaurimin e rrjetës distributive pas prishjes,
- Instalimi i ndarësve të komanduar nga distanca në trafo 10(20)/ 0.4 kV në daljet e zgjedhura të tensionit të mesëm të linjave kabllore me detektorët e rrymave të prishjes (ose edhe të tensionit)
- Instalimin e pajisjeve për aktivizimin e të dhënave me logjikë të brendshme për izolimin automatik dhe restaurimin e rrjetit shpërndarëse pas prishjes,
- Instalimin e nënsistemit telekomunikues për bartjen e të dhënave deri te qendra e komandimit,
- Implementimin e nënsistemit në qendrën e komandimit
- Gjatë realizmit të pilot projektit, si dhe gjatë implementimit të mëtutjeshëm dhe zgjerimit të sistemit është e mundur të zgjidhet njëra nga mundësit në vazhdim:
- Realizimin e tërë sistemit nga ana e njërit prodhues sipas parimit “çelësat në dorë” ose
- Furnizimi sipas kushteve dhe nevojave tona dhe lidhja e tyre (me ndihmën e prodhuesit ose furnizuesit të pajisjeve) të komponentëve të veçanta në sistemin e integruar, që është mundësuar me anën e standardeve ekzistuese në të gjitha segmentet e sistemit.

Puna e sistemit është e nevojshme të përcillet më së paku një vit për arsye që të kemi mundësi të vërehen dhe në kohën e duhur të përmirësohen të metat eventuale para kalimit në hapin tjetër të zgjerimit.

Në bazë të analizave të të dhënave të fituara me përcjelljen e punës së rrjetit të bëra me pilot projekt është e nevojshme të përpunohen analiza detale tekniko-ekonomike të leverdisë së futjes së sistemit me udhëheqje nga distanca në rrjetën shpërndarëse të tensionit të mesëm dhe në bazë të dhënave të fituara të bëhet strategjia në vijim për futjen e sistemit për komandim në distancë në rrjetat e tensionit të mesëm.

3.6 IMPLEMENTIMI I SISTEMIT TË RRJETAVE TË MENÇURA SG NË KOSOVË

Rrjeti i mençur (SG) është i ndërtuar mbi matjet e mençura, kjo do të thotë se rrjeti i mençur nuk është vetëm lexim i njehsorëve po me këtë mund ta bëhet kontrollimi i të gjithë sistemit elektro-energjetik, nga prodhimi e deri te konsumatori. Me një fjalë: njehsorët e zgjuar janë elemente themelore për krijimin e rrjeteve të zgjuara

Prodhimet e reja në veprimtarinë e matjeve të energjisë elektrike janë pajisje shumë të përparuara, të cilat në shumë nivele i kënaqin të gjitha nevojat e konsumatorëve pa marrë parasysh kategorinë të cilës i përkasin, në të njëjtën kohë krijojnë edhe mundësi dhe trende të reja të cilat paraqesin një hap gjigant në të ardhmen.

Pajisjet e reja matëse bartin përmirësime të cilat në masë të madhe ndikojnë te furnizuesi si dhe te konsumatori i energjisë elektrike.

Furnizuesve të energjisë elektrike u sjell zvogëlim të humbjeve me anën e rritjes së saktësisë në matje si dhe rritjen e qëndrueshmërinë ndaj ndikimeve të jashtme me të cilën siguron mos ndërprerjen, saktësinë dhe kualitetin e matjes. Pajisjet matëse janë të mbrojtura nga hapjet, ndërhyrjet e paautorizuara, shfaqin e memorizojnë në mënyrë të përhershme praninë e të gjitha fazave në mënyrë që të pamundësohet konsumi i energjisë në mënyrë ilegale dhe ruajnë te gjitha ngjarjet me mundësi kthimi për një kohë të caktuar.

Pajisjet multifunksionale matëse mundësojnë qasje individuale në mes të furnizuesit dhe konsumatorit, këta njehsor multifunksional munden në çdo kohë të lexohen nga një qendër dispeçerike për monitorim. Pajisjet matëse memorizuese ruajnë të gjitha ndryshimet në kualitet dhe kuantitet të energjisë elektrike të furnizuar, kështu që shpenzuesi ka parasysh edhe mundësinë e reagimit në kohë të duhur në rast se nuk i përgjigjen standardeve të cilat i janë garantuar në marrëveshje me furnizuesin.

Viteve të fundit edhe në Kosovë ka filluar të implementohet pjesërisht sistemi i mençur i rrjeteve. Te gjithë TS 400/220/110/35/10 kV të reja janë duke u bërë me sistemin Scada.

3.6.1. Monitorimi dhe komandimi i Sistemit të OSSH-së⁹ me softuerët DMS/SCADA

Aktualisht, monitorimi dhe komandimi i sistemit të distribucionit është duke u bërë në një mënyrë hierarkike nga Qendra Operative e Rrjetit (QORr) në Prishtinë. Informata për Operacionet dhe instruksionet transmetohen nga Qendra Komanduese e KOSTT-it në QORr. Pajisjet komunikuese QORr/KOSTT përfshijnë një paraqitje vetëm-për lexim të nivelit të lartë të kushteve të sistemit të publikuara në QORr nga KOSTT, telefonin, e-mail, celularët radiolidhjet me komunikim në dy drejtimet. QORr komunikon me të gjitha nënstacionet përmes telefonit, telefazit, celularëve dhe në disa raste përmes radiolidhjeve me komunikim në të dy drejtimet. Ekzekutimi i të gjitha operacioneve hapje-mbyllje të qarkut dhe monitorimi i kushteve të sistemit kryhen në mënyrë manuale në të gjitha nënstacionet përveç tre stacioneve ku janë implementuar sistemet lokale SCADA .

Sistemet DMS/SCADA janë të rëndësishme për operimet në kohë-reale të sistemeve moderne energjetike. Hapi i parë në implementimin e sistemit të tillë përbëhet nga vendosja e

⁹ Operatori i Sistemit të Shpërndarjes

përvetësimit (marrjes-shndërrimit) të të dhënave dhe sistemet kontrolluese në nënstacionet relevante.

Aktualisht, ky funksion është implementuar në KOSTT në nivelin e tensioneve 400kV dhe 220kV dhe është duke u punuar që kjo të realizohet në të gjitha TS 110 kV pjesa që i takon KOSTT-it. Ne te kaluare KEK-u tani KEDS-i¹⁰ ka qasje vizuale në përcjelljen e kësaj SCADA-s por jo edhe shfrytëzimin e saj për qëllime hulumtuese e operative.

Për momentin në KEDS janë duke u përgatitur trafostacionet e reja dhe ato që rinovohen me SCADA lokale në TS ashtu që kur të zhvillohet sistemi i SCADA DMS të jetë me i lehte të inkorporohen me shpenzime minimale në SCADA-t me monitorim nga distanca. Objekte të përgatitura deri me tani kanë qenë TS Besiana, Prishtina 5, Vushtrria 2, Peja 2, Rahoveci dhe Gjilani IV së fundi edhe nënstacionet Prishtina 1, Klina, Istogu dhe Skenderaj pritet aplikimi i këtij sistemi edhe në Palaj, Gjilani 5, Parku i Biznesit dhe Dumosh. Në përgatitje të planeve do të jenë edhe Bibaj dhe Peja 1 dhe radhazi sipas planeve buxhetore dhe aftësive financiare.

Komunikimet me qendrën kryesore komanduese nga nënstacionet e ndryshme duhet të implementohen së bashku me aplikacionet DMS të ndryshme që do të jenë të nevojshme për operimin e sistemit distributive në një mënyrë me efektive dhe transparente.

Struktura qendrore e të dhënave do të jetë me siguri adekuate dhe mbështetje të këtyre qendrave monitoruese dhe duhet gjithashtu të implementohet si pjesë e këtij projekti.

3.6.2. Implementimi i matjes se mençur (*Smart metering*)

Në mënyrë gjenerale matjet e mençura (*Smart metering*) involvojnë instalimin e njehsorëve inteligjent te konsumatorët, nga njehsori marrin informata rreth rrjedhjes se energjisë, fuqisë në kohë reale, këto të dhëna pastaj procedohen dhe kthehen mbrapa te konsumatori. Një njehsor i mençur ka këto mundësi:

- Lexon energjinë elektrike nga distanca apo në vend te shpenzuar apo të prodhuar në kohë- reale.
- Limitimi i ngarkesës nga distanca nëpërmjet njehsorit (në raste të kërkesave të mëdha të energjisë elektrike në rrjet, dhe nëse nuk ka energji të mjaftueshme vjen deri te ndërprerja e energjisë elektrike të një konsumatori ose grup konsumatorësh).
- Janë njehsor shumë të saktë me klasë të saktësisë së lartë (në Kosovë janë deri në cl: 0.2)
- njëkohësisht mat rrymën, tensionin, frekuencën, harmonikët, fuqinë aktive, fuqinë reaktive elektrike, etj. Gjithashtu, përpos madhësive elektrike përmes njehsorit mund te lexohen edhe madhësitë jo elektrike, shtypja, masa, temperatura e gazrave dhe lëngjeve apo vajrave të ndryshme, etj;
- mund të lexohet diagrami vektorial i lidhjes,
- matjen dhe ruajtjen e fuqisë maksimale (load profile) çdo 15 minuta (koha e matjes është e programueshme nga 1- 60 min, përpos fuqisë mund të matet edhe energjia)

¹⁰ Prej 13 Maj 2013 ky sektor ka kaluar ne menaxhim privat dhe kompania e re quhet KEDS - KKDFE

-
- mund të bëhet programi tarifor për më shumë ndarje, mund të bëhet ndarja në bazë të sezoneve (mund të bëhet edhe një program tarifor pasiv i cili mund të aktivizohet pas një kohe të caktuar)
 - qasja të e lehtë në të dhëna gjatë punës me ta;
 - mund të lexohen vlerat e ruajtura të muajve paraprak;
 - mund të lexohet libri i ngjarjeve (event log), të gjitha ngjarjet që ndodhin vendoset edhe koha e ndodhjes së tyre;
 - çdo ndryshim i parametrave në njehsor regjistrohen dhe ruhen, hapjen e kapakut kyçës, apo kapakun kryesor të njehsorit, mbitemensionet, nën tensionet, detektimi i fushës magnetike, ramje dhe ardhja e tensionit, ndryshimi i kohës së njehsorit etj,
 - në ekran-display mund të shihen prezencat e fazave të tensionit, koha e rrjedhjes së energjisë, drejtimi i fushës rrotulluese;
 - nuk varet nga pozita e vendosjes së njehsorit në ormanin e tij;
 - mundësia e keqpërdorimeve është më e vogël;
 - vlerat e matura në njehsor multifunksional mund të lexohen me anë të laptopit, hand hole, Pocket PC etj.;
 - këto madhësi mund të eksportohen në programe ku mund të bëhet edhe menaxhimi i tyre;
 - mundësia e qasjes dhe kontrollimit nga distanca përmes GSM, GPRS, ISDN, RF, ETHERNET, DLC (PLC);
 - kohëve të fundit prodhohen edhe display të veçanta të cilët lidhen në njehsor digjital dhe mund të vendosen në vende të caktuara (p.sh në dhomë) ku mund të dërgohen informata nga qendra e leximit;

Sistemi *smart grid* është paraqitur në figurën 1.3. Sistemi i rrjetit të mençur (smart grid) përbëhet nga tri grupe: fillon nga rrjeti i mençur (*smart metering*) deri te menaxhimi personal i energjisë (*Personal energy management*) dhe ndihmohet nga menaxhimi i rrjetit (*network management*).

3.6.3 Njehsorët e mençur në Kosovë

Në Kosovë, deri në vitin 2007 nuk ekzistonte ndonjë qendër për lexim dhe komandim të njehsorëve në distancë. Deri në vitin e përmendur janë instaluar njehsorë me mundësi leximi në distancë mirëpo në mungesë të qendrës për lexim në distancë nuk është realizuar ky komunikim me njehsor, dhe kështu këta njehsor janë përdorur vetëm për lexim lokal.

Trafostacionet e ndërtuara pas vitit 2000, të gjitha kanë njehsor dhe pajisjet për lexim dhe komandim në distancë, kanë të instaluar SCADA sistemin. SCADA tani për tani përdoret vetëm brenda trafostacionit mirëpo mund të integrohet në një qendër dispeçerike. Konsumatorët e mëdhenj gjithashtu kanë të integruar SCADA sistemin e tyre të brendshëm me të cilën kanë mundur t'i lexojnë dhe komandojnë këto pajisje.

Gjendja e trashëguar nga pas lufta, faza e transicionit, mos mundësia e investimeve të duhura kanë sjell që pika matëse të jetë një ndër vrimat e zeza të kompanisë në atë kohë. Në fakt, më shumë se gjysma energjisë së prodhuar humbej si humbje teknike dhe jo teknike, duke i shkaktuar kështu humbje të parikuperueshme financiare kompanisë. Andaj ishte nevojë imediate dhe një ndër sfidat më të rëndësishme trajtimi dhe përmirësimi i pikës matëse tek të gjithë konsumatorët por edhe kontrollimi i rrjedhës së flukseve të fuqisë nëpër rrjetin shpërndarës.

Janë disa sfida në lëmin e matjes së energjisë së shpenzuar nga konsumatorët dhe matjes për llogaritjen e energjisë. Strategjia e matjes nga tensioni me i lartë deri në tensionin 0.4 kV për llogaritjen e energjisë, do të ndihmoj në fokusimin e përpjekjeve të mëhershme të KEK-ut në zvogëlimin e humbjeve komerciale. Kjo gjithashtu do të siguroj mënyrat për të matur humbjet teknike në nivelet më të larta të tensionit, ku humbjet komerciale janë të limituara, dhe të ndihmoj në drejtimin e aktiviteteve të operatorit të tanishëm në zvogëlimin e humbjeve teknike. Në lëmin e matjes së energjisë elektrike e shpenzuar nga konsumatori, është e rëndësishme instalimi i pikave matëse nga distanca në vendet me konsum të lartë dhe lokacionet me vështirësi për qasje.

3.6.4 Rrjedhoja e strategjisë së zhvillimit të pikës matëse

Në OSSH vazhdimisht është punuar në strategjinë e zhvillimit të pikës matëse e cila paraqet bazën themelore të rrjedhës së energjisë elektrike:

- Në planet zhvillimore është paraqit kërkesa e nevojës së ndërrimit të pikave matëse të konsumatorët e amvisërisë dhe bizneseve të vogla,
- Në strategjinë e përsosjes së pikave matëse gjithashtu është vlerësuar që matjet multifunksionale me monitorim nga distanca janë zgjedhja e pa zëvendësueshme dhe e domosdoshme,
- Është në testim pilot projekti AMR që sipas analizave ka dhënë rezultate të konsiderueshme si në aspektin komercial-financiar ashtu edhe në atë teknik,
- Grupi punues ka dhënë skjarimet dhe arsyeshmerinë e pikave matëse multifunksionale: :
 1. benefitet e pritura nga ndërrimi i pikave matëse me elektronike multi funksionale dhe
 2. analiza e ndikimit të rritje së saktësisë në matje

Në vitin 2007 është themeluar qendra për lexim dhe komandim në distancë të njehsorëve multifunksional në Prishtinë në kuadër të divizionit të Shpërndarjes. Ky shërbim mundëson parametrizimin e njehsorëve, modemeve, arkitekturën e komunikimit, menaxhimin me njehsorët dhe mirëmbajtjen e tërë sistemit të komunikimit. E gjithë kjo realizohet nëpërmjet pajisjeve: modemave GSM/GPRS, modemeve PSTN, serverëve të fuqishëm (figura 3.5).

Kalimi i pikës matëse në pronësi të KEK-ut në atë kohe me rregullin e aprovuar nga ZRRE¹¹, i dha KEK-ut një orientim të furnizimit në vijim me pika matëse multifunksionale dhe me saktësi më të madhe, duke përfshirë edhe një numër të madh të funksioneve ndihmëse që mundësojnë efikasitetin shumë më të mirë në të gjitha drejtimet e veprimeve në zvogëlimin e humbjeve dhe rritjen e inkasimit, duke zvogëluar numrin e punëtorëve të përfshirë në këtë aktivitet.

Plani i përmirësimit dhe ngritjes së kualitetit të pikës matëse filloi në disa faza, kjo për arsye financiare. Kjo u zhvillua duke filluar nga pikat kryesore takuese, pra në kufirin KEK – KOSTT dhe duke vazhduar në pikat kryesore të rrjetit distributiv, tek konsumatorët e mëdhenj industrial, konsumatorët komercial dhe në fund tek konsumatorët e amvisërisë.

Në figurën 3.5 mund të shihet topologjia e sistemit të komunikimit dhe se si janë të lidhur me serverin tonë.

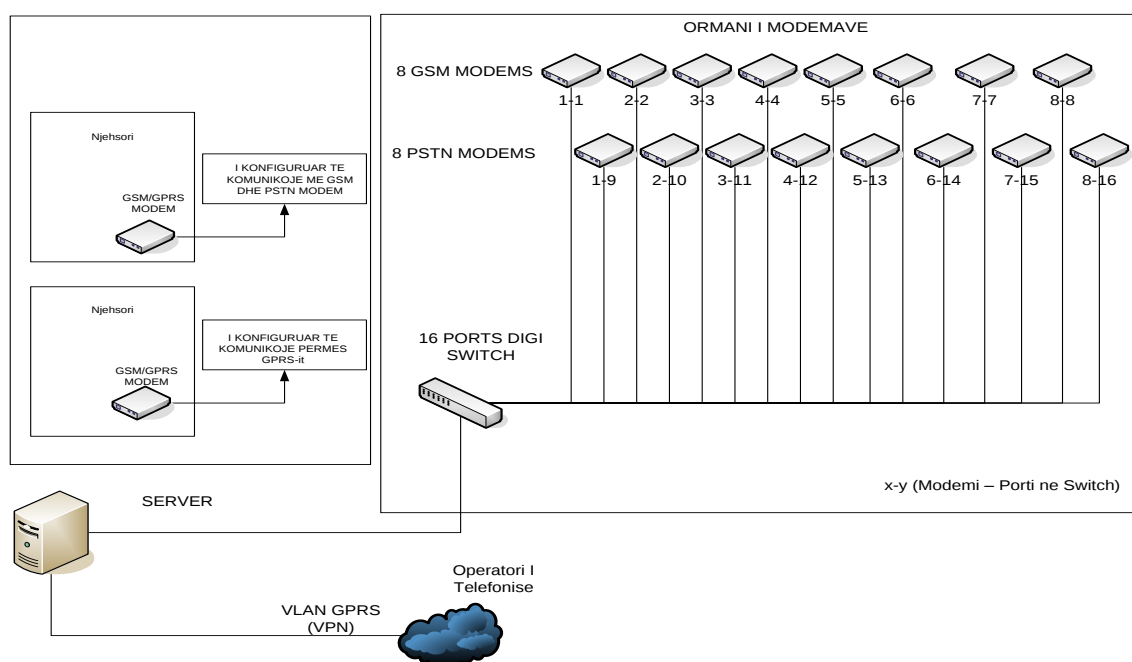


Figura 3.5 Lidhja e modemave GSM,PSTN dhe VPN-it me operatorin e telefonisë mobile (GPRS)

Pra konsumatorët e parë me të cilët është realizuar komunikimi në distancë janë tre konsumatorët më të mëdhenj të Kosovës të cilët janë të lidhur në tension të nivelit 110 kV (Ferronikeli, SharrCemi dhe Trepça). Karakteristike e këtyre konsumatorëve është se të gjithë kanë trafostacionet e veta dhe nga këto trafostacione furnizohen edhe konsumator të tjerë të divizionit të Shpërndarjes. Para vendosjes së njehsorëve digjital (smart meter), llogaritja e energjisë elektrike nuk ka qenë edhe problem i madh, mirëpo kur është dashur të caktohet ngarkesa maksimale 15 minutëshe e tyre është paraqitur problem sepse nuk ka qenë e mundur të caktohet kjo ngarkesë për secilin shpenzues në të njëjtën kohë. Tani ky problem është zgjidhur me vendosjen e njehsorëve digjital (smart meter), të gjithë njehsorët e vendosur në këto TS e kanë kohën e sinkronizuar me serverin e qendrës, ashtu që edhe energjia lexohet në kohë reale dhe bëhet prerja e energjisë (billin reset-i) i të gjithë njehsorëve në të njëjtën kohë (çdo të parin të muajit në orën 00:00). Për llogaritjen e fuqisë përdoret vlerat e fuqisë 15

¹¹ Zyra e Rregullatorit për Energji e Republikës së Kosovës

minutëshe (load profile), me këtë saktë mund të dihet shpërndarja e fuqisë për secilin shpenzues në trafostacion. Me anë të leximit të fuqisë 15 minutëshe mund të shihet pjesëmarrja e këtyre konsumatorëve në konsumin total të sistemit elektroenergjetik. Këta konsumator me qendrën e leximit në distancë komunikojnë përmes GSM/GPRS.

Në vitet 2007-2008 është bërë instalimi i 528 njehsorëve gjysëm-indirekt në anën e 0.4 kV me mundësi leximi nga distanca në TS 10/0.4 kV të Distriktit të Ferizajt dhe 40 njehsor janë instaluar në distriktin e Prishtinës. Njehsorët me qendrën e leximit në distancë komunikojnë përmes GPRS-it. Këta njehsor bëjnë matjen e energjisë së shpenzuar nga konsumatorët të cilët janë të lidhur në këto TS. Me këto matje mund të bëhet krahasimi i energjisë së faturuar të konsumatorëve dhe energjisë së dalë nga TS 10/0.4 kV. Pas analizës së faturimit dhe energjisë së matur në TS 10/0.4 kV, llogariten mëlehtë të humbjet komerciale pasi që përqendrimi i analizave bëhet në grupe të vogla të konsumatorëve. Në daljen 10 kV që del nga TS 110/35/10 kV, është gjithashtu i vendosur njehsori digjital, nga matja e njehsorit të daljes 10 kV dhe njehsorëve nëpër 10/0.4 kV, bëhet llogaritja e humbjeve në linja 10 kV e me këtë evitohen fytet e ngushta të rrjetit.

Gjithashtu si fillim në vitin 2007 -2008 në dy lagjet e Prishtinës (Arbëri dhe Kodra e Trimave) është bërë instalimi i 1700 njehsorëve direkt, me mundësi leximi dhe komandimi në distancë. Në TS-të 10/0.4 kV janë të instaluar koncentratorët dhe njehsorët digjital me lexim në distancë, konsumatorëve të cilët janë të lidhur në këto TS u janë instaluar njehsorë digjital. Njehsorët komunikojnë me koncentratorët përmes linjës energjetike 0.4 kV (PLC-*power line communication*) ndërsa koncentratori me qendrën e leximit në distancë komunikon përmes rrjetit GPRS. Këta njehsorë posedojnë gjithashtu edhe ndërprerësin e fuqisë, ky ndërprerës mund të komandohet nga distanca (të bëhet kyçja apo shkyçja e konsumatorit, për shkak të borxhit, apo për të bërë zvogëlimin e ngarkesës në rrjet, pastaj ekziston mekanizmi që konsumatori të paralajmërohet dy javë para se të shkyçet nga distanca ,etj.).

Në figurën 3.6 është paraqitur topologjia e komunikimit prej qendrës së leximit në distancë deri te njehsori.

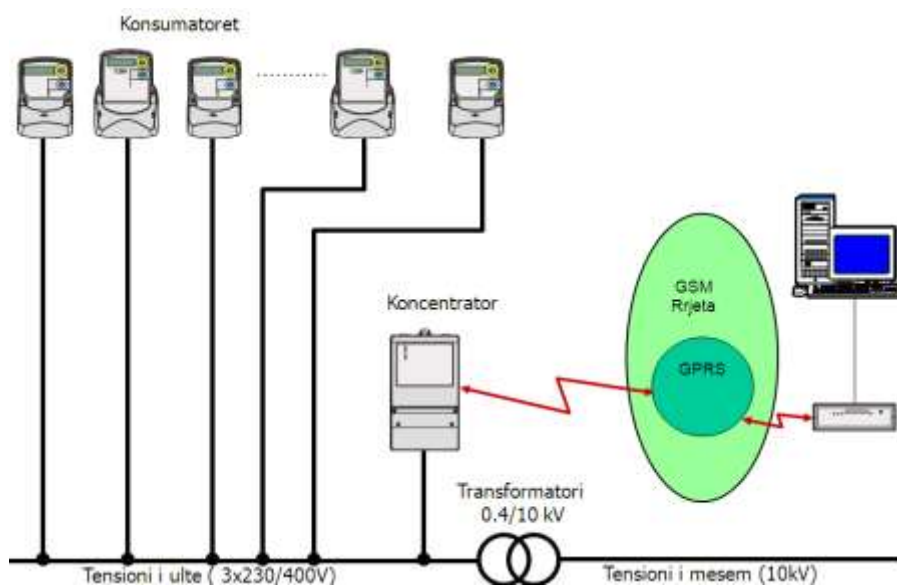


Figura 3.6 Topologjia e komunikimit me njehsor PLC

Në vitin 2008, janë instaluar edhe 505 njehsorë direkt (GSM/GPRS) me lexim dhe komandim në distancë te konsumatorët të cilët kanë qene më problematik (pagesa shumë e ulët). Instalimi i këtyre njehsorëve ka përfshirë gjithë territorin e Kosovës. Pas pajisjes së konsumatorëve me këta njehsorë, ndjeshëm është rritur inkasimi.

Në vitet 2008-2009, është realizuar edhe projekti i pajisjes së të gjithë TS 220/110/35/10/6 kV me njehsorë digjital me lexim në distancë. Të gjitha daljet, trafostacionet dhe në hyrje të TS-ve janë vendosur njehsorë digjital. Me vendosjen e pikave matëse në këto TS, mund të llogaritet saktë: energjia e ngarkuar për secilin TS me këtë edhe të secilit distrikt veç e veç, ngarkesa maksimale e linjave dhe e trafostacioneve, bilanci i secilit TS veç e veç, por edhe i tërë sistemit elektroenergjetik, energjia e dalë te konsumatorët, humbjet teknike në TS dhe linja. Njehsorët janë të lidhur me modemën përmes lidhjes RS 485, ndërsa modemi me qendrën e leximit nga distanca komunikon përmes GSM/GPRS. Në figurën 7 mund të shihet topologjia e komunikimit të njehsorëve në këto TS.

Në vitet 2009-2010 është bërë instalimi i njehsorëve me lexim në distancë tek të gjithë konsumatorët e mëdhenj dhe të mesëm (konsumatorët të cilët kanë njehsor gjysëm indirekt dhe indirekt). Të gjithë njehsorët janë dhënë dhe montuar nga divizioni i Shpërndarjes dhe përmes këtij veprimi edhe pika matëse është bërë pronë e KEK-ut, njehsorët e tërhequr nga konsumatorët kanë shkuar në qendrën e kalibrimit për të verifikuar saktësinë. Me rastin e montimit të njehsorëve është bërë edhe kontrollimi i lidhjeve të të gjithë konsumatorëve në rrjet.

Në vitin 2010, është zhvilluar projekti i montimit të 100 ormanëve nëpër trafostytilla 10/0.4 kV. Këta ormanë posedojnë njehsor me lexim në distancë dhe ndërprerësin e fuqisë me të cilën mund të shkyçet TS-ja 10/0.4 kV. Pasi që me këtë bëhen edhe leximet e vlerave për tension, rrymës, fuqisë aktive, reaktive, dhe gjendjen e ndërprerësit në përgjithësi, ky projekt mund të quhet edhe si një mini SCADA. Në rast se ndodh ndonjë defekt në linjë apo vet TS 10/0.4 kV, atëherë mund të shkyçet vetëm një pjesë e konsumatorëve deri në riparim të linjës apo TS-it e jo krejt dalja. Njehsorët e vendosur në TS bëjnë matjen e energjisë elektrike të dërguar konsumatorëve. Komunikimi me këto pajisje bëhet përmes GPRS-it.

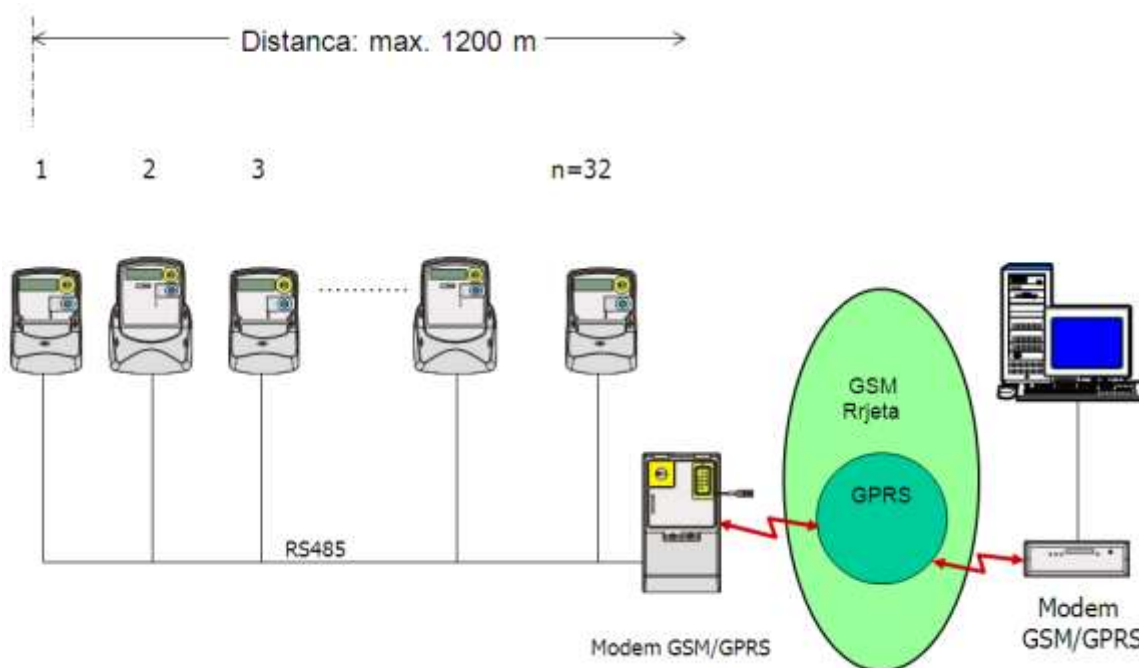


Figura 3.7 Topologjia e komunikimit përmes RS 485 neper TS 220/110/35/10/6 kV

Divizioni i Shpërndarjes gjithashtu ka zhvilluar projektin e vendosjes së njehsorëve me lexim në distancë në të gjitha TS-të 10/0.4 kV të cilët i posedon. Ky projekt është shumë i rëndësishëm për të zvogëluar humbjet teknike dhe komerciale. Komunikimi me qendrën e leximit në distancë bëhet përmes GPRS-it. Ky projekt ka përfunduar në fillim të vitit 2012.

Në figurën 3.7 dhe 3.8., është paraqitur topologjia aktuale e komunikimit të njehsorëve me qendrën e leximit në distancë si dhe numri i njehsorëve për secilin distrikt veç e veç. Duke parë përfitimet financiare, saktësinë, eliminimin e gabimeve, kontrollin më të mirë të rrjedhës së energjisë në gjithë sistemin, parashihet në të ardhmen jo të largët që të gjitha pikat matëse të jenë digjitale dhe të jenë me lexim në distancë, dhe kështu të krijohet një rrjet i mençur integral për krejt Kosovën.

Serveri i databazës së leximeve do të lidhet me:

- serverin e faturimit, ku leximet e bëra do të shkojnë automatikisht në këtë server,
- modulën e ABC-së (moduli për krahasimit mes faturimit dhe energjisë së shpenzuar të konsumatorëve)
- modulën për llogaritje të humbjeve teknike,
- me aplikacione të ndryshme për analiza të rrjetit dhe
- qendrës dispeçerike.

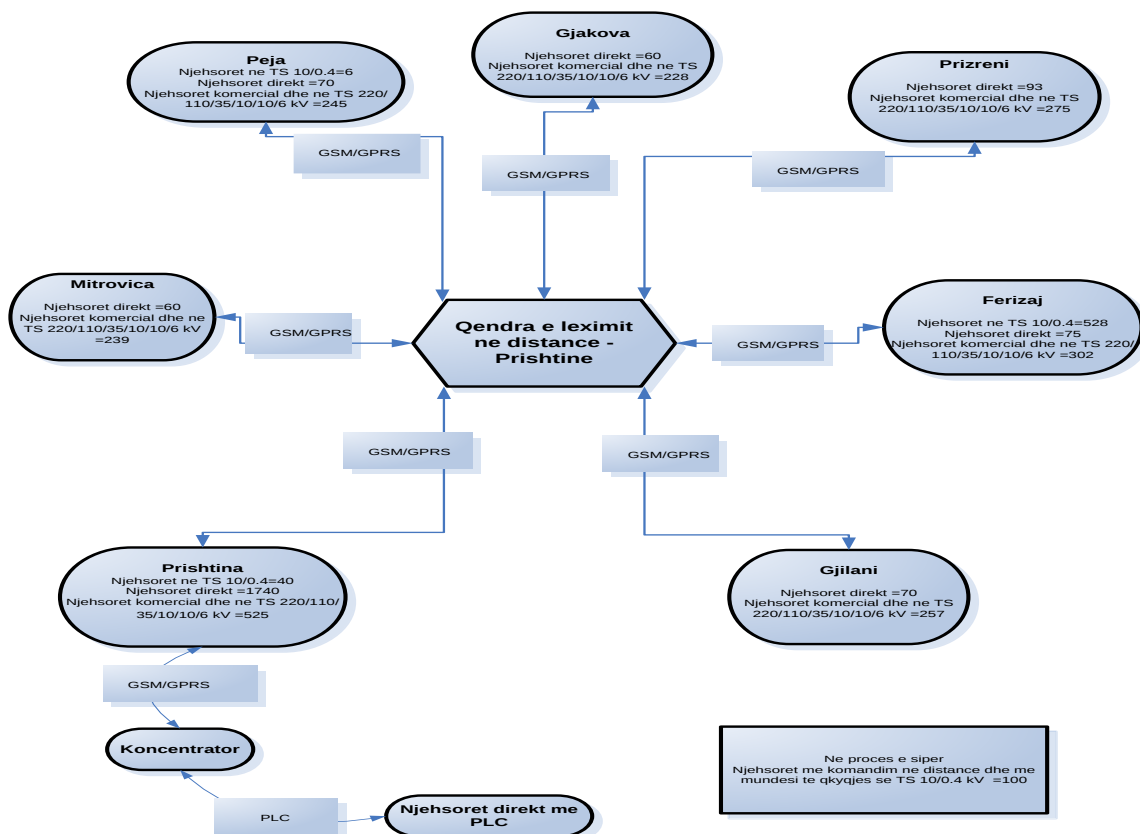


Figura 3.8 Topologjia e komunikimit të njehsorëve me qendrën e leximit në distancë

3.7 ANALIZA E KOST-BENEFITIT

Analiza e benefiteve që mund të dalin nga përdorimi i leximit të njehsorëve në distance do të duhej të bëhej nga këndvështrimi ekonomik i projektit të realizuar. Evaluimi i projektit do të duhej gjithashtu të shikohej nga këndvështrimi i benefitit në të ardhmen ku llogaritja e çdo shume të hollash të shpenzuar do të arsyetohej për çdo shkallë të projektit.

Disa nga çështjet që do të ndikojnë drejtpërdrejt në përmirësimin dhe eliminimin e disa operimeve nga implementimi i njehsorëve të mençur në rrjetin ekzistues, janë si në vijim:

- Mirëmbajtja e njehsorëve që lexohen në mënyrë manuale paraqet një kosto të lartë për kompaninë.
- Informatat rreth harxhimit të energjisë dhe tarifave konsumatori mund t'i ketë në çdo kohë,
- Benefiti parësor është ngritja e lartë e ndjeshmërisë në matje që mund të zvogëlojë humbjet deri në 5%
- Me rrjetin e mençur mund të sigurohet lexim i saktë në çdo kohë që do të ndihmonte në përmirësimin e leximit, uljen e shpenzimeve të asociuara, si dhe mënjanimin e pasaktësive që shfaqen gjatë leximit manual të njehsorëve. Kjo nëpërmjet uljes së gabimeve që shfaqen në llogaritë mujore do të ndikonte në zvogëlimin e shpenzimeve. Gjithashtu ankesat do të zvogëlohen dukshëm.
- Zvogëlimi i vizitave në terren që duhet të bëhen në rastin e njehsorëve manual kur një gjë e tillë kërkohet nga ana e konsumatorëve.
- Rritja e të hyrave që do të vijnë si rrjedhojë e përdorimit të rrjeteve të mençura do të jetë e dukshme.
- Vendosja e rrjeteve të mençura do të mënjanojë shpenzimet kapitale që janë si pasojë e mënjanimin të kohëpaskohshëm të njehsorëve manual.
- Zvogëlimi i kompensimeve që kërkohen nga ana e qytetarëve dhe subjekteve tjera afariste.
- Zvogëlimi i shpenzimeve që kërkohet nga ana e punëtorëve të kompanisë që ndërliken me rastet e ndryshme të fatkeqësive që ju ndodhin gjatë vizitave të tyre në terren, dhe shkyçjeve.
- Rrjetet e mençura do të ofrojnë të dhëna që mund të përdoren për hulumtime të ndryshme në lidhje me ngarkesat. Kjo do të ndikonte drejtpërdrejt në mënjanimin e shpenzimeve që do të bëheshin për vizitat në terren dhe hulumtimet në lidhje me shpërndarjen e ngarkesave, dhe simetrizimi i sistemit (R,S,T).
- Mundësia për rikyçjen e energjisë atëherë kur ndodhin ndërprerje të energjisë elektrike do të zvogëlojë kohën e rikyçjes e që kjo do të ndikojë në zvogëlimin e kohës pa energji elektrike për konsumatorin, rritet kualiteti i standardeve të shërbimeve dhe i iket gjobave nga ZRRE.
- Rrjetet e mençura do të sigurojnë vizibilitetin e shpenzimit të energjisë elektrike e që drejtpërdrejt do të mundësonte menaxhimin më të mirë të energjisë elektrike.

Sipas një analize të daljeve 10 kV, ku janë montuar pikat matëse AMR, kemi rezultatet e paraqitura ne Tabelën 3.1.

Tabela 3.1. Analiza e humbjeve për vitet 2008 dhe 2009

Periudha	Energjia e dërguar (kWh)	Humbjet teknike (%)	Energjia e dërguar - CCP	Humbjet komerciale (%)	Total humbjet(%)
2008	5,489.16	6.55	3,742.92	27.03	33.58
2009	4,492.30	9.50	3,893.86	4.22	13.72

Në rast se do të ndërroheshin të gjithë njehsorët tek konsumatorët ekzistues, një analizë e përafërt e kost-benefiteve do të ishte si ajo e paraqitur në tabelën 3.2, ndërsa ne figurat 3.9 dhe 3.10 bëhet paraqitja grafike e tyre.

Në Tabelën 3.3, paraqitet shpenzimi vetanë i njehsorit si pasojë e gabimit në matje, përjetshmëria e disa ngarkesave të vogla dhe humbjet në vet njehsorin elektrik. Në figurën 3.11 paraqiten rezultatet e analizës së humbjeve teknike, komerciale etj ne vete njehsorin elektrik.

Analiza e benefiteve pas ndërtimit të objekteve të reja është bazuar në mesataren e konsumit të një konsumatori dhe pjesëmarrjen e tij në humbje. Llogaritja e kost benefiteve është bërë sipas analizës së të dhënave nga tabela 3.4, në të cilën janë paraqitur rezultatet e llogaritjeve të konsumit dhe humbjeve të energjisë elektrike. Në Figurën 3.12 paraqitet analiza e kost-benefitit të përdorimit të rrjetit të mençur.

Tabela 3.2. Kost-benefit në rast se do të ndërroheshin të gjithë njehsorët

Projekti	Gjithsejt	Viti 0	Viti 1	Viti 2	Viti 3	Viti 4	Viti 5	Viti 6	Viti 7	Viti 8	Viti 9
8. Njehsorët Distributiv	€/nr	€/nr	€/nr	€/nr	€/nr	€/nr	€/nr	€/nr	€/nr	€/nr	€/nr
Numri i Konsum. (amv + afar.)	501851		100,000	200,000	300,000	400,000	460,000	468,000	476,000	482,549	501,851
Numri i Konsumatorëve indus.	282		221	221	221	225	228	245	258	269	282
Përfitimet e përlogaritura	18,301,402		501,668	986,185	1,454,415	1,912,902	2,307,672	2,784,640	2,784,640	2,784,640	2,784,640
Përfitimet buxhetore	2,928,224		80,267	157,790	232,706	306,064	369,228	445,542	445,542	445,542	445,542
Përfitimet anësore	10,579,687		326,084	641,020	945,370	1,243,386	1,499,987	1,480,960	1,480,960	1,480,960	1,480,960
Përfitimet e Përbashkëta	4,882,933		150,500	295,855	436,325	573,871	692,302	683,520	683,520	683,520	683,520
Përfitimet totale në €	33,764,022		978,252	1,923,060	2,836,110	3,730,159	4,499,961	4,949,120	4,949,120	4,949,120	4,949,120

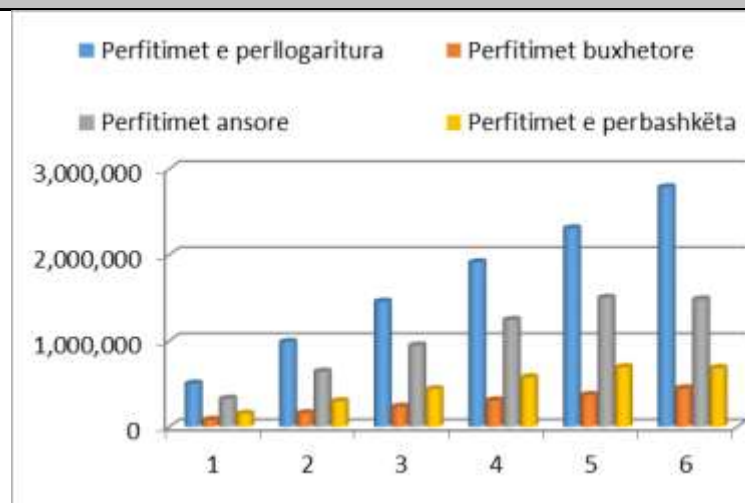


Figura 3.9

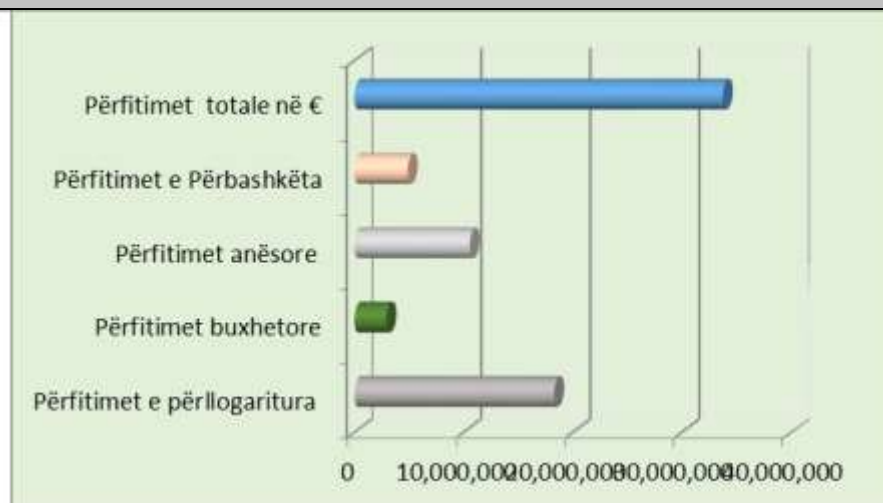


Figura 3.10

Tabela 3.3 Konsumi dhe humbjet e energjisë në vet njehsorin

Shënim	Nr Kon. Dhe Ngarkesa [MWh]	Nr Kon. Dhe Faturimi	Humbjet teknike	Humbjet komerciale	Humbjet totale të en.el.	En e pa-furnizuar	Dëmet nga en.el e humbur	Anësore	Shpenzimet e shtuara	Σ
Përgjithshme	385,500	385,500	1.00%	1.00%	2.00%	0.50%	0.80%	1.30%	0.60%	3.90%
Energjia totale vjetore	5,177,710.00	3,605,738.00	36,057.38	36,057.38	72,114.76	18,028.69	28,845.90	46,874.59	21,634.43	140,623.78
Energjia për kon/vit	13,431.15	9,353.41	93.53	93.53	187.07	46.77	74.83	121.59	56.12	364.78
Shndërruar në € me 32 €/MWh // 50 €/MWh	165,686,720.00	216,344,280.00	1,153,836.16	1,153,836.16	2,307,672.32	576,918.08	923,068.93	1,499,987.01	692,301.70	4,499,961.02

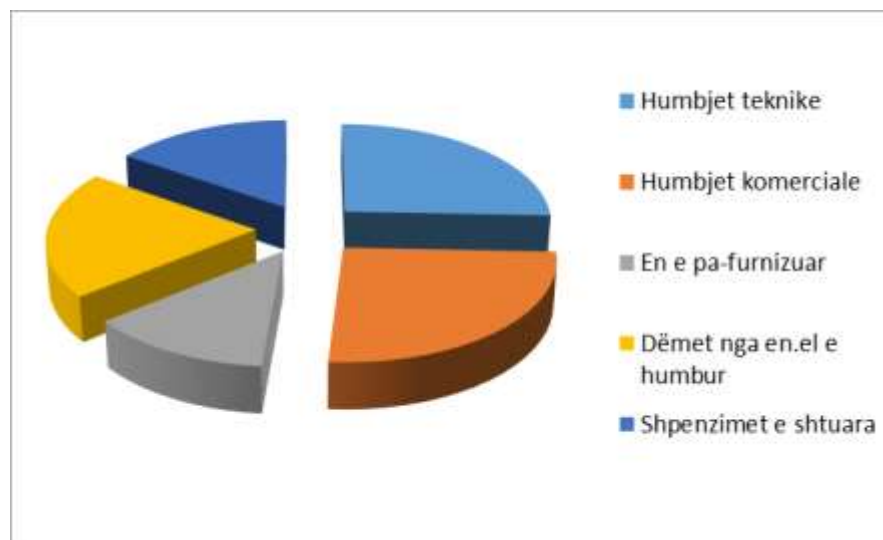


Figura 3.11

Meqë te konsumatorët e mëdhenj tanimë janë realizuar ndërrimet, tani do të merremi vetëm me analizën e njehsorëve direkt që edhe ashtu si numër përbën shumicën absolute të konsumatorëve

Tabela 3.4. Analiza e benefiteve pas ndërtimit të objekteve të reja sipas mesatares së konsumit të një konsumatori dhe pjesëmarrja e tij në humbje

Nr	Emërtimi	Numri i konsu.	Njehsoret induktiv	Njehsoret elektronik	Nryshimi në njësi	Nryshimi në [kWh]	Perfitimi në [€]
1	Klasi i Saktësisë	385,500.00	2%	1%	1%	36,057,380	1,153,836
2	Bobina e Tensionit [W]	3*385500	3.3	1.1	2.2	7,571,837	242,299
3	Bobina e rrymës [W; VA]	3*385501	0.45	0.2	0.25	71,703	2,294
4	Ndjeshmeria [W]	1*385500	34.5	13.8	20.7	29,685,042	949,921
Total			$I_0 = 0.05A$	$I_0 = 0.02A$		73,385,962	2,348,351

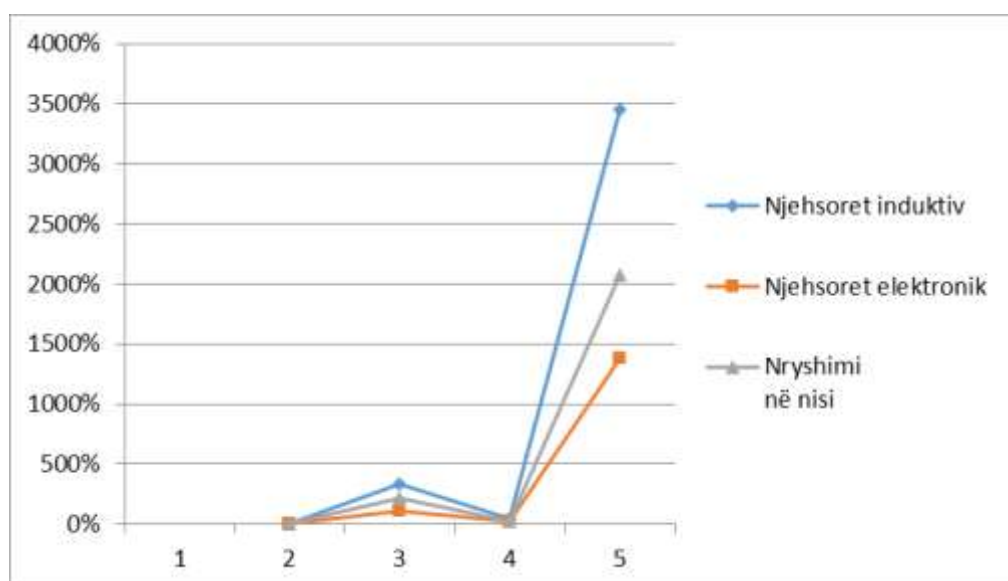


Figura 3.12 Analiza kost-benefit nga përdorimi i njehsorve të mençur.

Nga kjo analizë e pikave matëse, ku janë marrë për bazë shpenzimi vetanak i tyre dhe ndjeshmëria e tyre, duke anuluar efektet subjektive që janë shumë të mëdha, mund të përcaktojmë se sa do të zvogëloheshin humbjet teknike të energjisë.

Në Tabelën 3.5 paraqiten krahasimet e humbjeve konstante dhe variabël për të dy tipet e njehsorëve, pra me fjalë tjera janë bërë krahasimet në mes njehsorit të mençur dhe atij elektromekanik. Te dy këto tipe të njehsorëve ndodhen momentalisht të instaluar tek konsumatorët.

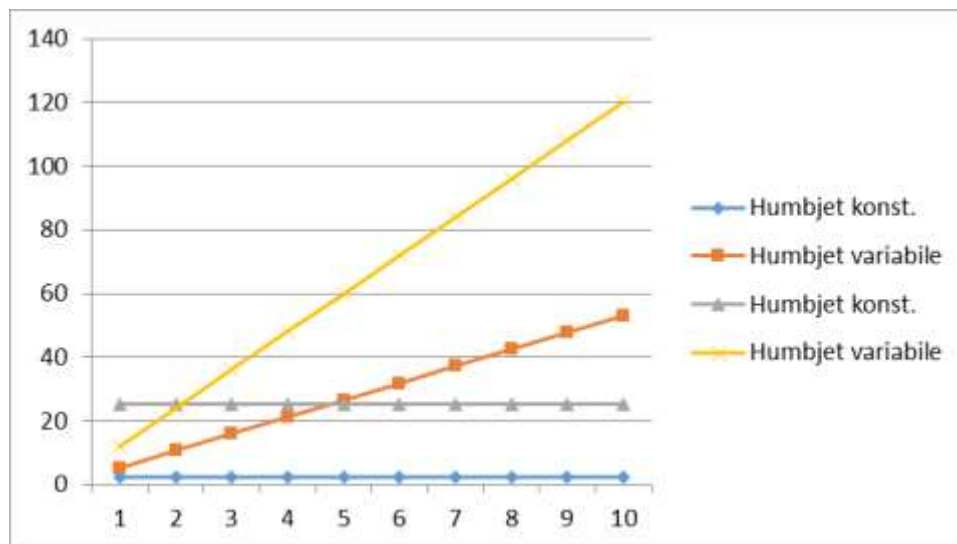
Tabela 3.5 Humbjet në vet matës

Përshkrimi	Humbjet në Bobinën e Ten.		Humbjet e ndjeshmërisë	
	W	Wh/h/ 40000kon	W	Wh/h/400000kon
Njehsori i ri	1.1	440	13.8	5500
Njehsori i vjetër	3.3	1320	34.5	13800

Ngarkesa kW	Njehsori i ri		Njehsori i vjetër	
	Humbjet konst.	Humbjet variabile	Humbjet konst.	Humbjet variabile
	kWh	kWh	kWh	kWh
1	2.415	5.3	25.254	12
2	2.415	10.6	25.254	24
3	2.415	15.9	25.254	36
4	2.415	21.2	25.254	48
5	2.415	26.5	25.254	60
6	2.415	31.8	25.254	72
7	2.415	37.1	25.254	84
8	2.415	42.4	25.254	96
9	2.415	47.7	25.254	108
10	2.415	53	25.254	120

Humbjet konstante janë në bobinën e tensionit bashkë me ato të ndjeshmërisë si konstante.

Në figurën 3.13 paraqiten në mënyrë grafike humbjet konstante dhe variabël për të dy tipet e njehsorëve, bazuar në të dhënat nga Tabela 3.5, ndërsa në figurën 3.14 paraqiten humbjet e plota për të dy tipet e njehsorëve.



Figurat 3.13. Humbjet në matje

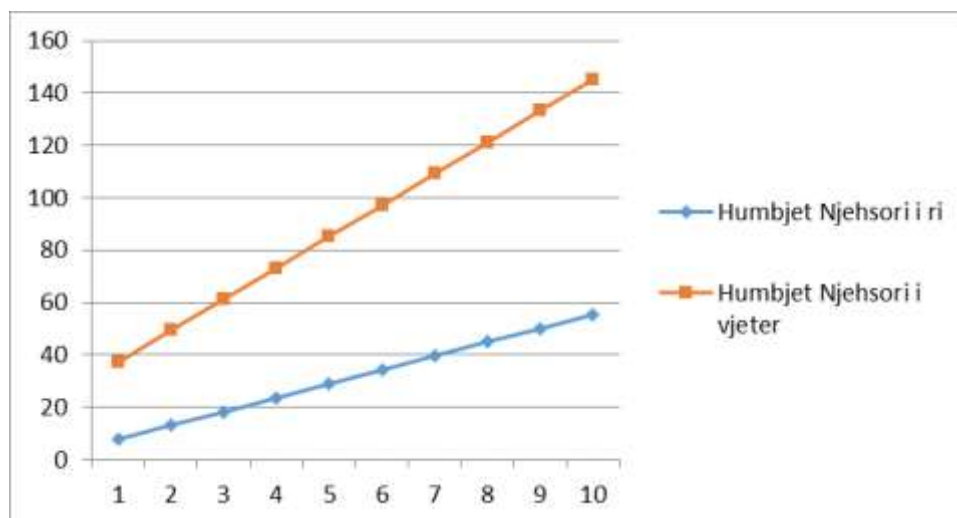


Figura 3.14 Humbjet totale në matje

Nga Tabela 3.5, nga krahasimi në mes të këtyre dy tipeve në aspektin e humbjeve variabile dhe konstante e krejt kjo në varësi të ngarkesës, shihet që humbjet tek njehsorët e rinj janë më të vogla për më shumë se dy (2) herë në krahasim me njehsorët e vjetër elektromekanik. Vlerësohet se humbjet teknike në rastin e zëvendësimit të 40000 njehsorëve tek konsumatorët shtëpiak do të zvogëlohen me rreth 1.40%.

PËRFUNDIM

Futja e sistemit për automatizimin e punës në rrjetin shpërndarës është e përbërë (delikate) dhe detyrë shumë disiplinore për të cilën nuk ka ndonjë qasje universale. Në bazë të përvojës së ndërmarrjeve të ndryshme elektrike në shtetet e zhvilluara, mund të përfundohet që është më e racionale futja e sistemit me udhëheqje nga distanca në shumë nivele dhe etapa. Ndërsa në rastin e Kosovës mund të nxjerrim përfundimet dhe mësimet e mëposhtme, të cilat janë si rezultat i të arriturave të gjertanishme në terren.

Nënsistemi telekomunikues duhet të projektohet në bazë të analizave konkrete të rajonit të konsumit si variant optimal ose me kombinimin e teknologjive të telekomunikacionit.

Përkrahja programore në qendrën për mbikëqyrje përbën paketën e aplikacionit për aktivizimin e të dhënave dhe mbikëqyrjen nga distanca me objekte të cilat duhet të jetë mirë i lidhur me programin për mbikëqyrjen e rrjetit shpërndarës. Këto paketa programore mund të realizohen në sisteme operative të ndryshme, përderisa teknologjia bashkëkohore mundëson edhe integrimin e tyre në sistemin unik.

Për udhëheqjen dhe realizimin e sistemit për automatizim të punës në rrjetet shpërndarëse, është e nevojshme të formohen ekipe profesionale të cilat do ta bënin mbikëqyrjen dhe koordinimin gjatë implementimit të sistemit.

Rrjetet e mençura do të ofrojnë të dhëna që mund të përdoren për hulumtime të ndryshme në lidhje me ngarkesat. Kjo do të ndikonte drejtpërdrejt në mënjanimin e shpenzimeve që do të bëheshin me rastin e vizitave në terren, për hulumtimet në lidhje me shpërndarjen e ngarkesave, dhe simetrizimin e sistemit (R,S,T).

Mundësia për rikyçjen e energjisë, atëherë kur ndodhin ndërprerje të energjisë elektrike, do të zvogëlojë kohën e rikyçjes dhe kjo do të ndikojë në zvogëlimin e kohës pa energji elektrike për konsumatorin, do të rrisë kualitetin e standardeve të shërbimeve dhe do të ulen gjatëmat nga ZRRE (Zyra e Rregullatorit për Energji e cila ka edhe rolin e mbrojtjes së konsumatorit).

Do të sigurojë vizibilitetin e shpenzimit të energjisë elektrike që drejtpërdrejt do të mundësonte menaxhimin më të mirë të energjisë elektrike.

Me rrjetin e mençur mund të sigurohet leximi i saktë në çdo kohë që do të ndihmonte në përmirësimin e leximit, uljen e shpenzimeve të asociuara si dhe mënjanimin e pakënaqësive që shfaqen gjatë leximit manual të njehsorëve. Kjo nëpërmjet uljes së gabimeve që shfaqen në faturat mujore do të ndikonte në zvogëlimin e shpenzimeve. Gjithashtu ankesat do të zvogëlohen dukshëm.

Rrjeti i mençur do të mundësojë një monitorim të vazhdueshëm dhe kontroll permanent ndaj konsumatorëve të pandërgjegjshëm në rast të ndërhyrjes së paautorizuar dhe në rast të tentim manipulimit të tyre, e që drejtpërdrejt ndikon në uljen e humbjeve teknike nga vet shpenzimi vetanë gjatë matjes së energjisë elektrike, apo me fjalë tjera rritë efikasitetin.

Mbi të gjitha rrjeti i mençur do të mundësonte një automatizim të përgjithshëm në shërbimet e faturimit dhe saktësi maksimale në faturat e tyre, si dhe mbi të gjitha mundësi fleksible e përkrahjes së vazhduar në aplikimin e ndryshimeve të mundshme të politikave tarifore.

REFERENCA

- [1]. Working Group 07 of CIGRE study Committee 34, 2001, *“The automation of new and existing substations: Why and How”*, United Kingdom, London.
- [2]. “Siemens”, 2002, *“Medium-Voltage Switchgear”*, Catalogues HA 45.31 2000, HA 40.1,
- [3]. Jackson R.E., Walton C.M., 2003, *“A Case Study of Extensive MV Automations in London”*, 17th International Conference on Electricity Distribution CIRED, session 3, paper 36, Spain, Barcelona, 2003.
- [4]. Gashi, Ali, 2006. *Matjet në elektroenergjetikë* (Power system metering), Republic of Kosovo, Prishtina
- [5]. Gashi, Ali, 2006. *Bazat e matjeve elektrike* (Fundamental of Mesurement), Republic of Kosovo, Prishtina
- [6]. Korporata Energjetike e Kosovës (KEK), 2008, *DSO Meter Code*, KEK Public Document, July
- [7]. Korporata Energjetike e Kosovës (KEK), 2008, *DSO Distribution Code*, KEK Public Document, July,
- [8]. ISKRAEMECO, 2010, *“Manufacturing of smart meters”*, ISKRAEMECO Monthly Bulletin, June
- [9]. Korporata Energjetike e Kosovës (KEK), 2010, *“Data on remote reading and measurements”*, KEK Monthly Report, June
- [10]. LANDIS+GYR, 2010, *“Manufacturing of smart meters”*, LANDIS+GYR Monthly Bulletin, May
- [11]. Nenad A. Katic, Vlado Marijanovic and Isabela Stefani, *“Profitability of Smartgrid solution application in distribution network”* MEDPOWER 2010, 7-10 November 2010, Agia Napa, Cyprus.
- [12] “Schneider Electric”, “Modular unit for MV/LV transformer substacions, industrial distribution and MW swiching”
- [13] DMS Grupa, 2001, “Korisnicko upustvo za DMS- Energetske funkcije”

KAPITULLI 4

TEKNOLOGJITË E MENÇURA PËR MONITORIMIN DHE VLERËSIMIN E SJELLJES SË SISTEMIT ELEKTRIK NË PRANI TË GJENERIMIT ME ERË

4.1 HYRJE

Sistemet elektrike duhet të projektohen dhe të operojnë në mënyrë që të akomodojnë ndryshimet në konsumin e energjisë, ndaljen e një njësie konvencionale të prodhimit apo një defekt në një linjë të transmetimi. Normalisht, sistemet elektrike janë në gjendje të absorbojnë një sasi të caktuar të ndryshueshme të prodhimit nga burimet e ripërtëritshme të energjisë, veçanërisht të energjisë së erës. Për sistemet me një injektim (penetrim) të lartë të energjisë së erës, dallimi më i rëndësishëm është se, përveç parashikimeve të konsumit të energjisë, duhet të parashikohet gjithashtu edhe prodhimi i energjisë së erës. Parashikimet e tilla janë të nevojshme për Operatorin e Sistemit të Transmisionit (OST) dhe për kompanitë në tregun e energjisë, të cilat zotërojnë centrale (ferma) të prodhimit të energjisë së erës. Një analizë e thelluar dhe shkencore e ndryshimit në kohë të energjisë së erës, si dhe përcaktimi i saktë i fuqisë aktuale dhe asaj të pritshme të erës, do të çojë në një integrim më të mirë të gjenerimit me erë në sistemin e energjisë elektrike dhe në reduktimin e emetimeve të CO₂.

Puna e rrjeteve elektrike bazohet në planifikim të prodhimit të energjisë. Centralet konvencionale gjeneruese të energjisë (qymyr, kaldaja me gaz, bërthamore, hidro ,turbina me gaz etj.) punojnë në çdo kohë në një regjim të caktuar për prodhim të energjisë. Avaritë që ndodhin në sistem me ndërprerjet përkatëse të gjeneratorëve, mbulohen nga rezerva e nxehtë e sistemit. Rritja e prodhimit të energjiave të parregullueshme dhe të luhatshme nga burimet e rinovueshme të energjisë (BRE), veçanërisht të energjisë së erës, krijon kushte të reja në funksionimin dhe kontrollin e sistemit të energjisë. Ndërkohë, fuqia e instaluar e centraleve të erës në zona të veçanta të rrjetit elektrik ka arritur tashmë një shkallë të tillë që në periudhat me erë të fortë shkaktohen luhatje të mëdha në prodhim të energjisë, që shkakton probleme në kontrollin dhe menaxhimin e funksionimit të rrjetit elektrik.

Në Evropë, Operatorët e Sistemit të Transmisionit janë përgjegjës për sigurinë e punës së rrjetit elektrik. Ata duhet të ofrojnë disa shërbime, si p.sh. kontrollin online, planifikimin dhe vlerësimin e fuqisë së rregullueshme, humbjet, balancimin e sistemit etj. Përcaktimi i sasisë së energjisë dhe fuqisë të energjisë së erës e cila do të injektohet - plasohet në ditën e nesërme, përbën një nga detyrat më të vështira në parashikimin e gjenerimit. Shkaku kryesor për rregullimin dhe kompensimin në sistemin elektroenergjetik janë regjimet e punës së gjeneratorëve dhe ndryshueshmëria e ngarkesës. Këtyre u shtohen edhe

ndryshueshmëritë e papritura të energjisë së erës. Sa më i saktë të jetë parashikimi dhe monitorimi online i prodhimit të energjisë, i përgjigjet përcaktimit sa më të saktë të prodhimit të energjisë së erës, pra operatori i sistemit duhet të parashikojë më pak energji të nevojshme rregulluese. Baza e funksionimit të rrjetit dhe grafiku i punës së centraleve konvencionale të energjisë, pra i ashtuquajturit grafiku i ngarkesës, përcaktohet me metoda deterministike dhe probabilistike, duke përdorur sisteme moderne kompjuterike të parashikimit të ngarkesës, por edhe me metoda konvencionale.

Parashikimi i prodhimit të energjisë së erës mund të kryhet për nivele të ndryshme kohore, në varësi shfrytëzimit të saj[3]. **Parashikimi i çastit:** Parashikimet nga milisekonda deri në pak minuta, mund të përdoret për kontrollin e turbinës. **Parashikimi shumë-afatshkurtër:** Këto parashikime korrespondojnë me vlerësimet për 0-6 orët e ardhshme dhe ato përdoren për menaxhimin e sistemit të energjisë. **Parashikimi afatshkurtër:** Këto janë parashikimet për 72 orët e ardhshme, dhe përdoren për menaxhimin e sistemit të energjisë dhe tregtimin e energjisë. **Parashikimi afatmesëm:** Këto parashikime korrespondojnë me vlerësimet për 0-7 ditët e ardhshme, dhe përdoren zakonisht për mirëmbajtjen e turbinave me erë.

Fuqia e gjeneruar nga era dhe burime të tjera të rinovueshme të energjisë perceptohet si konsum negativ në sistemin elektrik. Ngarkesa elektrike e matur në sistemin elektrik është diferenca midis konsumit të përgjithshëm dhe energjisë së prodhuar nga turbinat e erës. Në caktimin e grafikut të punës së centraleve, parashikimi i sasisë dhe natyrës së energjisë së erës për ditën e nesërme, paraqet variablen më të vështirë për t'u përcaktuar[8].

Si përfundim, mund të themi se një model i saktë për parashikimin e energjisë së erës, i përshtatshëm në çdo vendndodhje të centralit, në kombinim me një model për monitorimin online, do të zvogëlonte në mënyrë të konsiderueshme pengesat për pranimin e përdorimit të energjisë së erës nga perspektiva e furnizuesve të energjisë dhe operatorët e rrjetit, si dhe do të konsolidonte më tej pozitën e energjive të rinovueshme në furnizimin me energji elektrike. Teknologjitë e mençura zotërojnë potencial të madh për të ndryshuar sjelljen e konsumatorëve në lidhje me konsumin e energjisë, si në mënyrë të automatizuar ashtu edhe jo të automatizuar[32]. Rrjetet e mençura përfaqësojnë një mekanizëm për të siguruar komunikim dhe kontroll në mes të ofruesve të energjisë elektrike dhe konsumatorëve, një mjet për të mundësuar një infrastrukturë më të efektshme për burimet e rinovueshme të energjisë. Monitorimi dhe analiza e cilësisë së energjisë, si pjesë e filozofisë së rrjeteve të mençura, bazohet në vlerësimin e gjendjes nëpërmjet matjes së parametrave të tilla si fuqia, tensioni, frekuencës etj., pastaj vlerësimin e fuqisë së konsumuar, koeficientit të fuqisë, analizën e pranisë së ndryshimeve të tensionit, analizën e ndryshimeve të fuqisë së prodhuar nga burimet e rinovueshme të energjisë, në mënyrë që të merren masat për të përmirësuar cilësinë, duke ndërmarrë veprime të tjera si: vënia në punë e më pak burimeve të rinovueshme, instalimi i filtrave, korrigjimi i faktorit të fuqisë, etj.

Menaxhimi i sistemit të shpërndarjes bazohet kryesisht në të dhënat e mbledhura nga një sistem i integruar i monitorimit të flukseve të fuqisë. Pjesa themelore e infrastrukturës së sistemit të monitorimit bazohet në sensorë, konvertues, pajisjet inteligjente elektronike, dhe matës që mbledhin informacionin në të gjithë sistemin e shpërndarjes[16-21]. Rrjeti i mençur i së ardhmes duhet të përfshijë :

- Monitorimi i rrjetit për të përmirësuar besueshmërinë,
- Monitorimi i pajisjes për përmirësimin e mirëmbajtjes,

-
- Monitorimi i energjisë për të përmirësuar cilësinë.

Qëllimi kryesor është parandalimi i problemeve të cilësisë së energjisë për shkak të lidhjes së burimeve të ndryshueshme (erës, diellore, biomasë, etj.) të energjisë elektrike. Një qëllim tjetër është vlerësimi i ndikimit të burimeve të ndryshueshme (erës, diellore, etj.) në koston e energjisë në kushtet e tregut të hapur[22-26].

Për të arritur këto qëllime, infrastruktura aktuale e sistemit të shpërndarjes (sidomos matësit dhe pajisjet inteligjente elektronike për kontrollim nga distanca) duhet të përdoret për të mbledhur sa më shumë informacion të jetë e mundur lidhur me rrjetin, pajisjet dhe produktin (d.m.th. me cilësinë e energjisë dhe besueshmërinë) për përmirësimin e performancës së sistemit të shpërndarjes në përgjithësi[27-37].

Në 20 vitet e fundit, përdorimi i energjisë së erës është rritur në mënyrë të vazhdueshme në të gjithë botën. Me zhvillimin dhe përmirësimin e teknologjisë së prodhimit të turbinave të erës, edhe sjellja e tyre është përmirësuar. Si rezultat i këtyre zhvillimeve, dhe i masave për nxitjen e ndërtimit të burimeve të rinovueshme, është rritur edhe numri i centraleve që prodhojnë energji me bazë nga era[1-2]. Ndërkohë, kompanitë energjetike kanë shprehur shqetësim lidhur me ndryshueshmëritë afatshkurtra të fuqisë së prodhuar dhe efektet e tyre të mundshme në sistemin elektrik.

Teknologjia e mençur lejon të monitorohen të gjithë parametrat e këtyre centraleve, si dhe të përdoren të dhënat reale të energjisë së erës për të vlerësuar kështu ndikimin e parametrave të tyre në cilësinë e energjisë[12-15].

Në këtë kapitull është analizuar sjellja e një centrali me erë, nëpërmjet analizës së të dhënave të përfituara nga monitorimi i tij, me qëllim vlerësimin e sjelljes së sistemit, dhe parashikimin e masave që mund të ndërmerren brenda filozofisë së rrjeteve të mençura. Ky kapitull ka dy objektiva kryesore:

1. Paraqitjen e të dhënave të grumbulluara nga monitorimi i centralit të erës.
2. Analizimin e të dhënave të monitoruara me qëllim vlerësimin e probabilitetit të variacioneve të energjisë së erës, diversiteti kohor dhe ndikimi në parametrat e sistemit elektrik.

Rezultatet e këtyre analizave mund të japin të dhëna mbi efektet e mundshme të centraleve të energjisë së erës në rregullimin në sistemin energjetik. Një informacion i tillë ndihmon për të gjykuar më mirë mbi kërkesat ndaj centraleve të energjisë së erës, si dhe ndihmon në planifikimin dhe funksionimin e rrjetit elektrik për të integruar këto burime.

Rezultatet e këtyre analizave mund të japin njëkohësisht të dhëna mbi cilësinë e energjisë së prodhuar nga era dhe cilësinë e energjisë që furnizohet nga sistemi. Kërkesat për rritje të cilësisë së shërbimit dhe mundësitë e kufizuara në investimet në rrjetet e shpërndarjes, kanë shtruar nevojën e zhvillimit të automatizimit të avancuar të rrjeteve të shpërndarjes (Advanced Distribution Automation - ADA) [32], një zhvillim ky gjithnjë e më i nevojshëm për operatorët e rrjetit për të mundësuar evoluimin e sistemeve të shpërndarjes në një rrjet të mençur.

4.1 GJENERIMI ME ERË NË KOSOVË

Republika e Kosovës është e pasur me burimin natyror të qymyrit, që përbën njëherësh burimin kryesor të prodhimit të energjisë elektrike. Aktualisht tabloja e prodhimit të energjisë në Kosovë formohet nga 1478 MW fuqi të instaluar me TEC-e dhe 46.9 MW fuqi të instaluar me HEC-e, në total 1524.9 MW [10]. Pavarësisht nga rezervat natyrore të qymyrit, qeveria nxit ndërtimin e burimeve të rinovueshme, veçanërisht ato të prodhimit të energjisë nëpërmjet erës. Zyra e Rregullatorit për Energji e Kosovës ka lëshuar leje për kompaninë kosovaro-gjermane Wind Power sh.a., për ndërtimin e centralit me erë në zonën industriale të Goleshit. Ky përbën projektin e parë të realizuar në Kosovë për prodhimin e energjisë elektrike nga era. Centrali në Golesh përbëhet nga tre turbina erë me kapacitet 450 kW, përderisa, në total, kapaciteti i instaluar është 1.35MW[9]. Turbinat dhe gjeneratorët janë të prodhimit Siemens tipi ANBONUS 690V. Diametri i helikave është 53m, ndërsa lartësia e kullës është 32.7 m. Koeficienti i shfrytëzimit është 0.81. Tre gjeneratorët kanë nga një transformator të veçantë që bën shndërrimin e tensionit 690V në 10kV dhe ndërliken së pari me veti të pastaj me kabëll 10kV me nënstacionin e Magures TS 35/10 kV. Në figurën 4.1 paraqitet skema e lidhjes e centralit me erë.

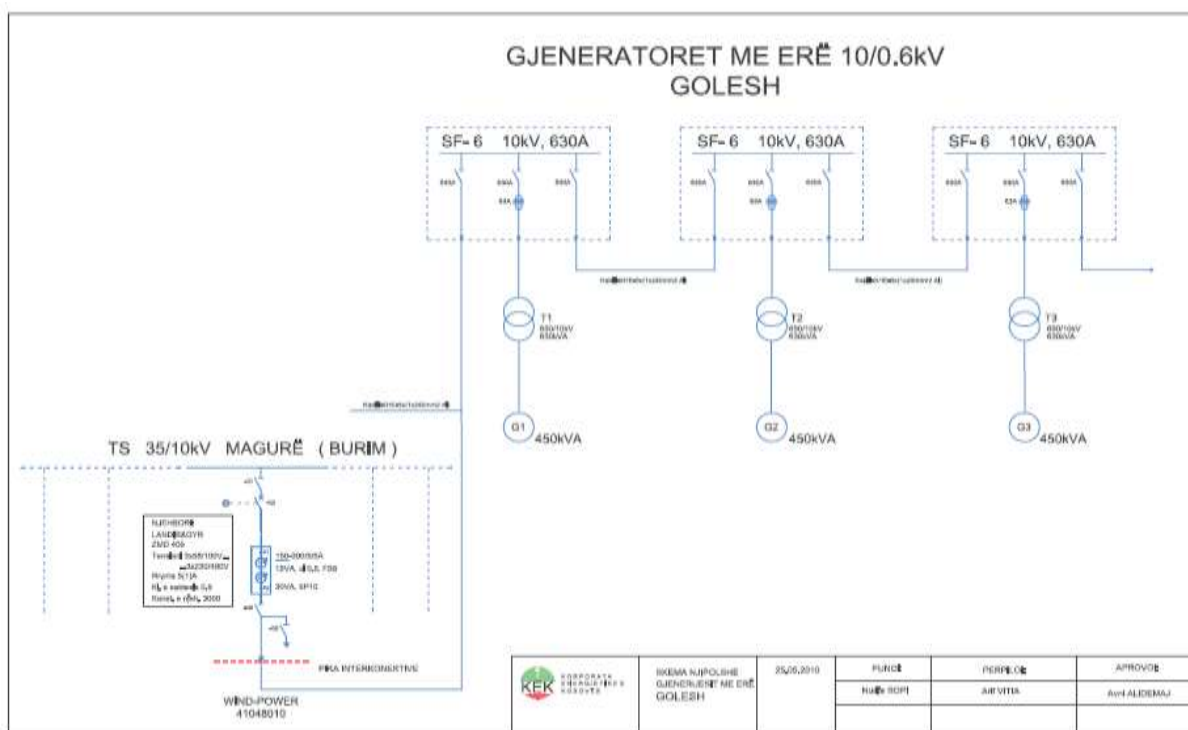


Fig 4.1. Skema e lidhjes së turbinave të erës në Golesh

Sipas kontratës, e nënshkruar me 8 qershor 2010, midis KEK-ut dhe Centralit në Golesh, në paragrafin 13 është e përcaktuar që, në funksion të natyrës intermitente të burimeve të erës, duhet të parashikohet sa vijon:

- Jo më vonë se tridhjetë ditë para fillimit të çdo viti, duhet të parashikohet Energjia në baza mujore për vitin pasardhës

- Jo më vonë se një javë para fillimit të çdo muaji, duhet te parashikohet Energjia në baza javore për muajin pasardhës; dhe
- Jo më vonë se ora 14:00 në çdo ditë, duhet te parashikohet Energjia për të nesërmen.
- Çdo ndryshim i theksuar nga parashikimet e mësipërme duhet të justifikohet nga prodhuesit.

Nga ana tjetër, kompania Windpower duhet të ruaj parametrat e cilësisë së energjisë, të përcaktuara sipas Kodit të rrjetit për Windpower [9]. Kështu, frekuenca duhet të rregullohet brenda diapazonit (49.95 - 50.05) Hz, ndërsa fuqia reaktive duhet të rregullohet që faktori i fuqisë të jetë brenda zonës së përcaktuar, dhe tensioni në pikën e lidhjes me sistemin të jetë brenda kufijve 97% – 103% të vlerës nominale.

4.2 TË DHËNAT E REGJISTRUARA

Të dhënat e regjistruara nga centrali i energjisë së erës përfshijnë fuqinë aktive dhe reaktive të dërguar për KEK-un, pastaj fuqinë aktive dhe reaktive të pranuar nga KEK-u, si dhe tensionin fazorë në disa nga zbarat e sistemit elektrik pranë centralit me erë. Në central regjistrohen gjithashtu shpejtësia dhe drejtimi i erës, temperatura, dhe presioni barometrik, në përputhje me standardin IEC 61400-25-5-2006 (Wind turbines - Part 25-5 Communications for monitoring and control of wind power plants)[4-7]. Të gjitha të dhënat e regjistruara transmetohen në KEK çdo 15 minura. Për çdo ditë janë të rezervuara 96 matje për secilin parametër të matur. Çdo matje e regjistruar ka datën dhe kohën (ditë, orë, minutë). Të dhënat e regjistruara për gjithë periudhën 2010-2011 ruhen në qendrën e AMR-së në KEK. Në figurën 4.2 paraqitet struktura e standardit IEC 61400-25-5-2006 për monitorimin e energjisë nga era (windpower).

Të dhënat do të përdoren për të analizuar parametrat e energjisë së prodhuar nga centrali i erës si dhe për të studiuar se si diversitetet kohore ndikojnë në parametrat e sistemit elektrik.

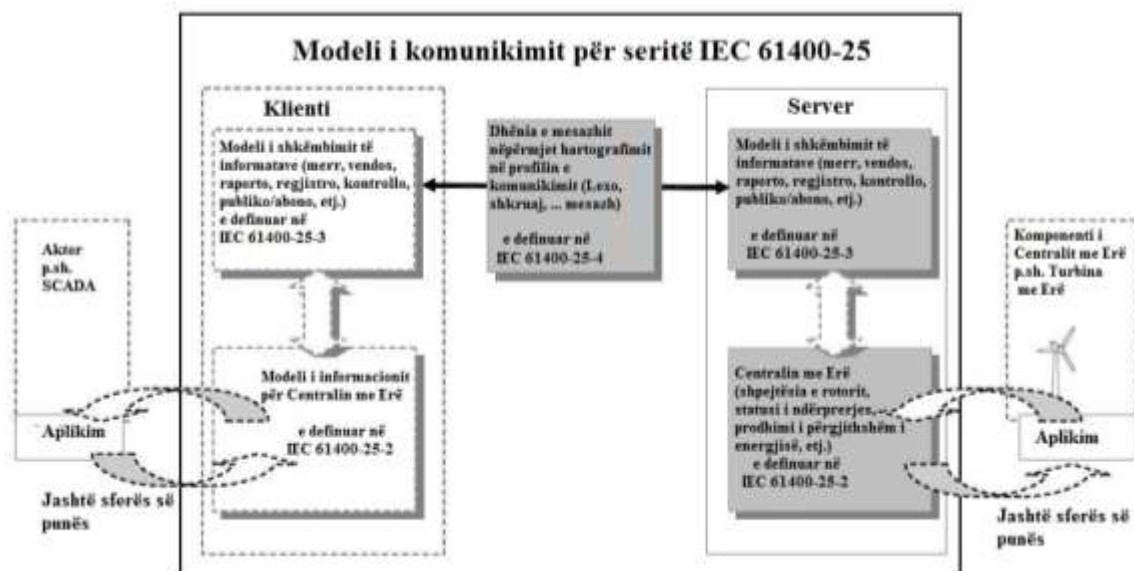


Figura 4.2 IEC 61400-25-5-2006 Turbinat me erë - Pjesa 25-5
Komunikimet për monitorim dhe kontroll të centraleve me erë

4.3 ENERGJIA DHE FUQIA E PRODHUAR NGA CENTRALI NË GOLESH

Nga analiza e të dhënave vërehet se prodhimi i energjisë nga centralet e erës është më i lartë gjatë dimrit sesa gjatë verës. Prodhimi mujor i energjisë varion në mënyrë të konsiderueshme. Në përgjithësi, burimet e erës gjatë muajve korrik dhe gusht janë më pak të favorshme për prodhimin e energjisë sesa muajt e tjerë të vitit. Energjia e prodhuar gjatë një viti nga centrali me erë në Golesh (Mars 2010 - Shkurt 2011) është rreth 920 MWh. Në fig. 4.3 paraqitet fuqia maksimale mujore si dhe energjia e prodhuar gjatë një viti nga centrali në Golesh.

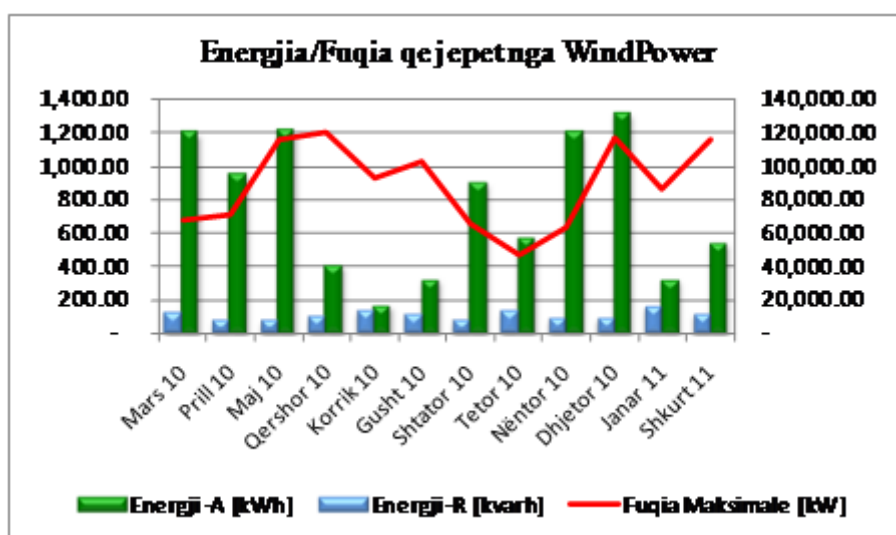


Figura 4.3 Energjia e prodhuar gjatë një viti nga centrali në Golesh si dhe fuqia maksimale mujore

Prodhimi i energjisë mujore varion në mënyrë të konsiderueshme, **raporti i prodhimit mujor më të lartë ndaj më të ultit është më shumë se kater herë**. Theksojmë gjithashtu se windpower merr energji nga rrjeti i KEK-ut për operime dhe funksionimin e tij.

Analiza jonë do të përqendrohet në dy muaj karakteristik që përkon me muajin me prodhim më të madh dhe atë më të vogël të energjisë elektrike. Ne do të analizojmë fillimisht variacionin e prodhimit të energjisë gjatë muajit dhjetor 2010 kur Windpower-i ka punuar me fuqi maksimale, dhe gjatë muajit janar 2011 kur Windpower-i ka punuar me fuqi minimale. Në fig. 4.4 paraqitet energjia aktive dhe reaktive mujore e cila dërgohet nga windpower dhe pranohet nga KEK-u, ndërsa në fig. 4.5 (a,b,c,d) paraqitet energjia aktive dhe reaktive ditore e cila dërgohet nga windpower dhe pranohet nga KEK-u për muajt e njëjtë.

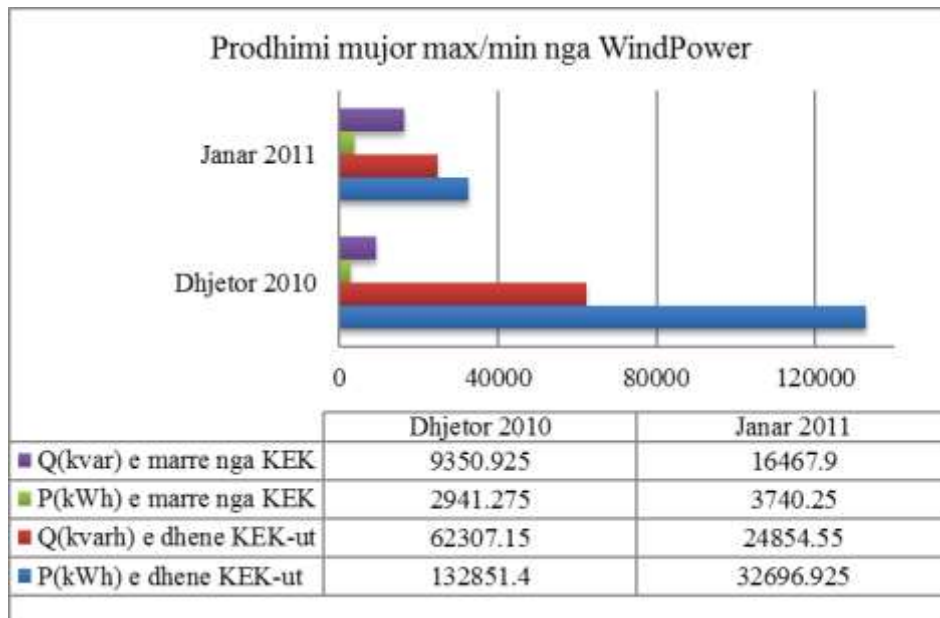
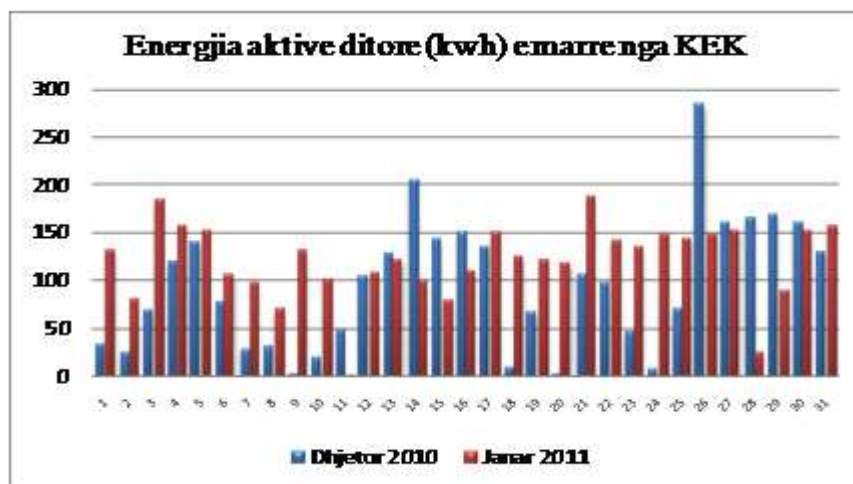
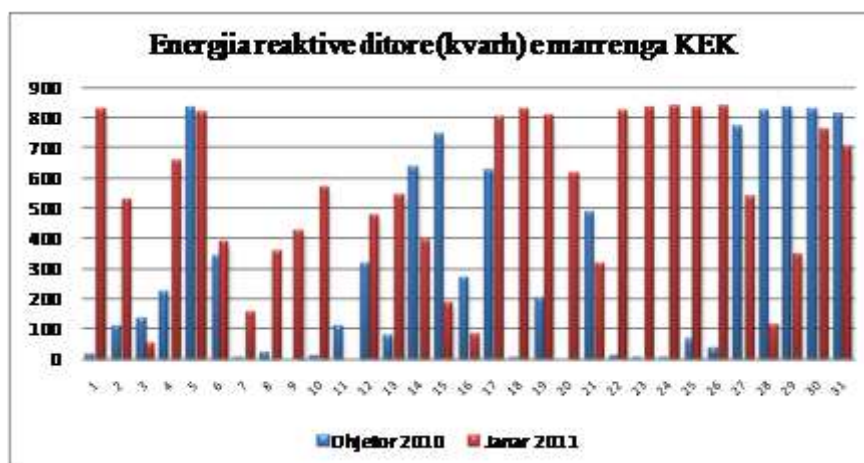


Figura 4.4 Energjia aktive dhe reaktive që dërgohet nga windpower dhe pranohet nga KEK-u

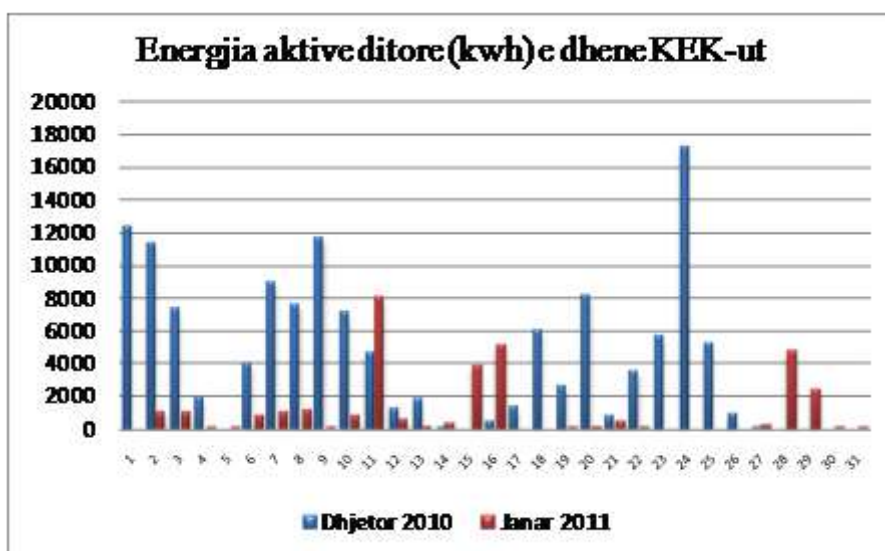
a)



(b)



(c)



(d)

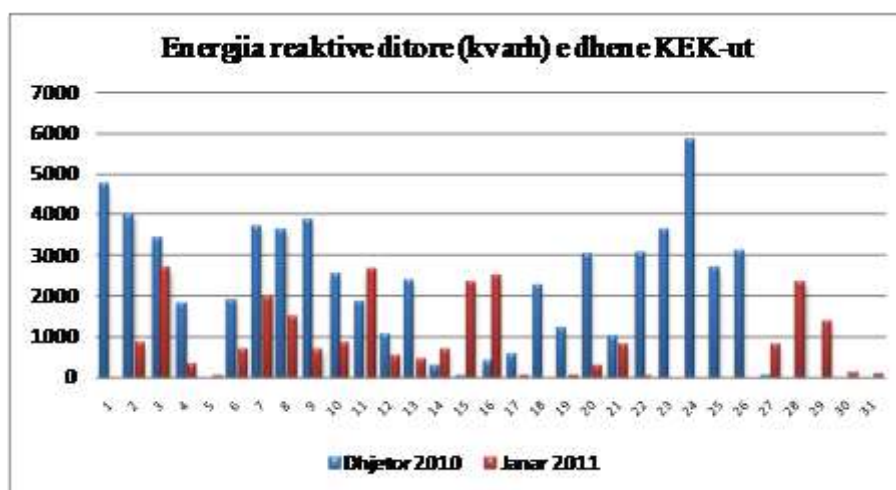
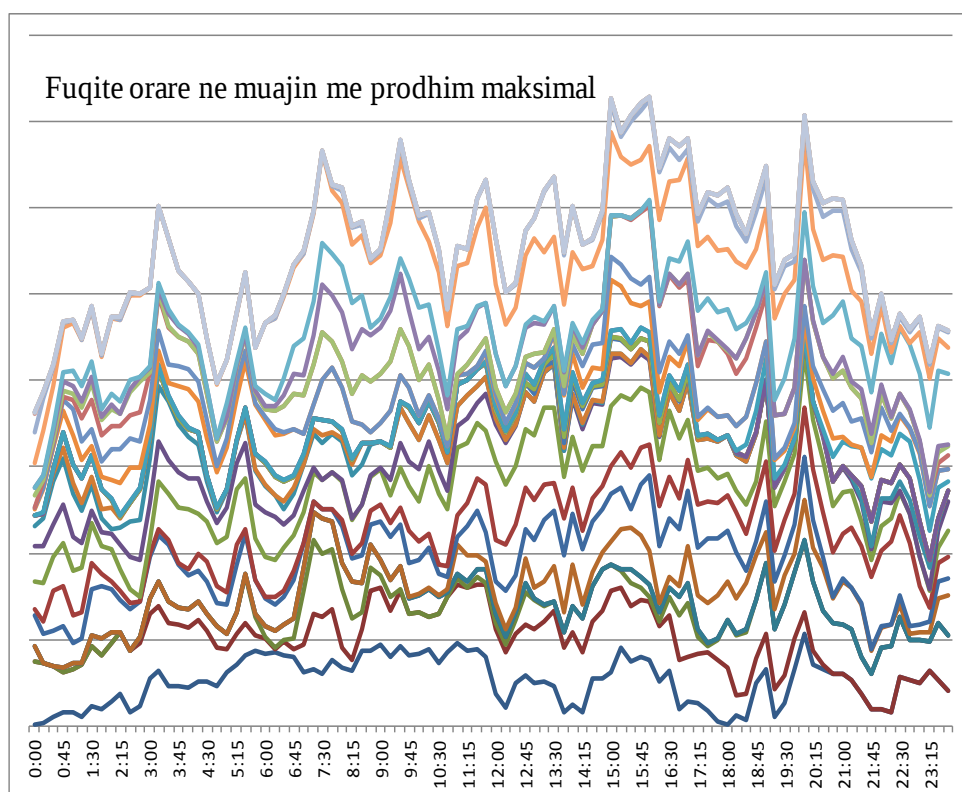


Figura 4.5 Energjia aktive dhe reaktive ditore e cila dërgohet nga windpower dhe pranohet nga KEK-u

Në figurat 4.6.a,b është paraqitur profili i fuqisë së prodhuar nga gjeneratorët e erës për muajin me prodhim maksimal (Dhjetor 2010) dhe atë me prodhim minimal (Janar 2011). Në rastin e muajit me prodhim maksimal, vërehet se fuqia ka maksimumin në orët pas mesditës dhe në mbrëmje. Në muajin me prodhim minimal, paraqitet një model ndryshe, ku për orët gjatë mesdites prodhimi është me i ulet.

(a)



(b)

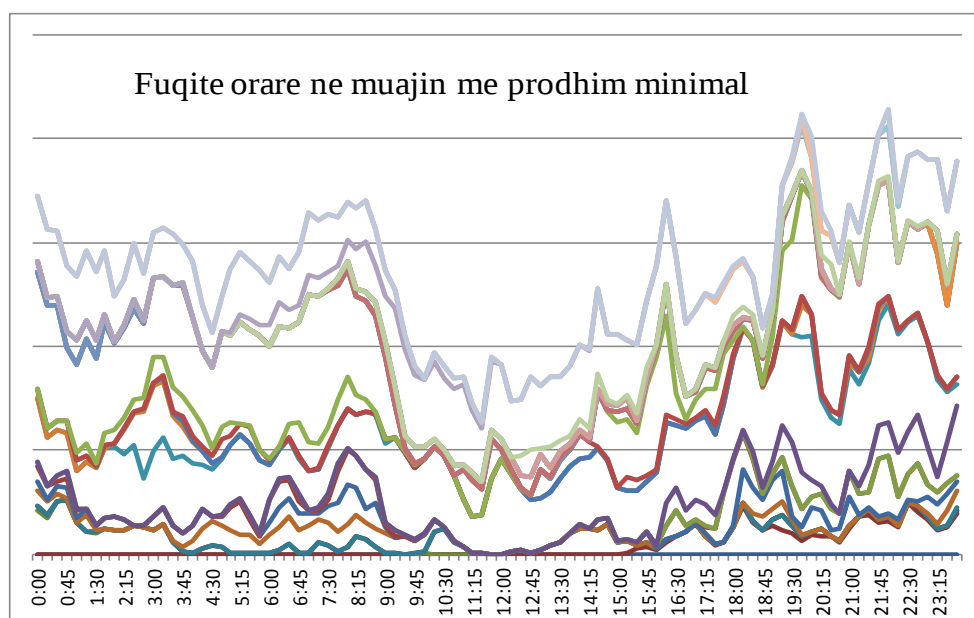
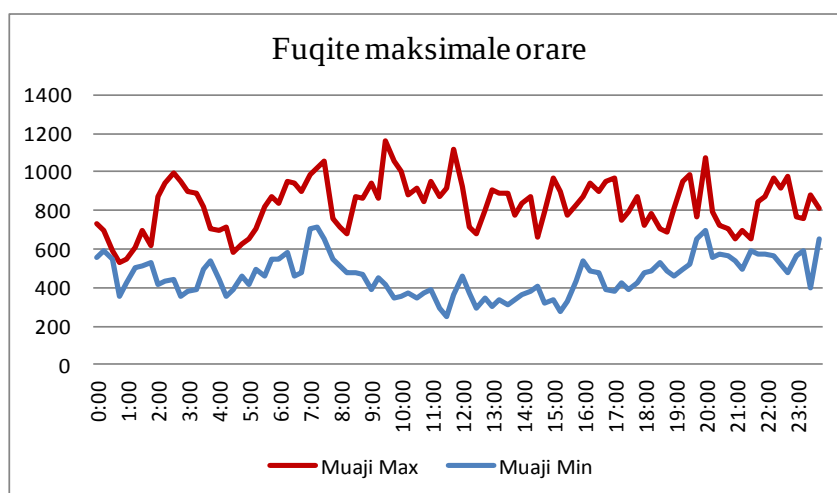


Figura 4.6. Profili i fuqisë për muajt me prodhim maksimal dhe minimal

Në figurat 4.7.a,b paraqitet fuqia maksimale dhe mesatare orare për dy muajt, ai me prodhim maksimal (Dhjetor 2010) dhe tjetri muaj me prodhim minimal (Janar 2011). Fuqia mesatare mujore për muajin me prodhim maksimal është 179kW, ndërsa për muajin me prodhim minimal është 44kW.

(a)



(b)

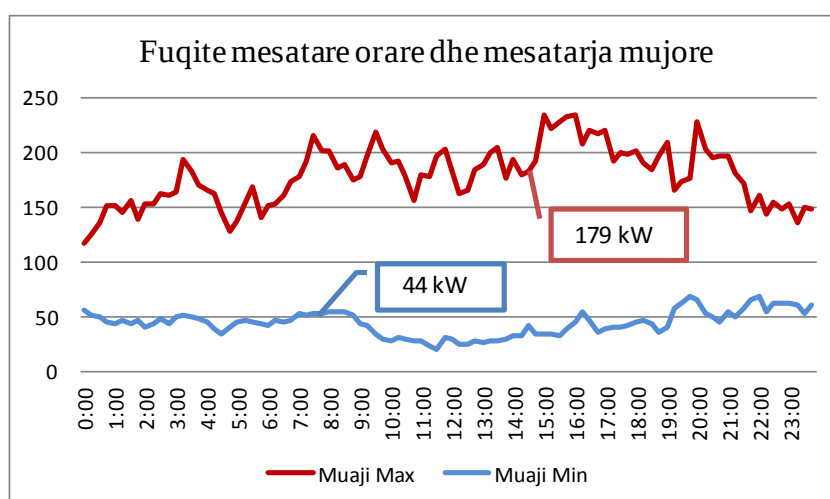


Figura 4.7. Fuqia maksimale dhe ajo mesatare orare për muajt me prodhim maksimal dhe minimal

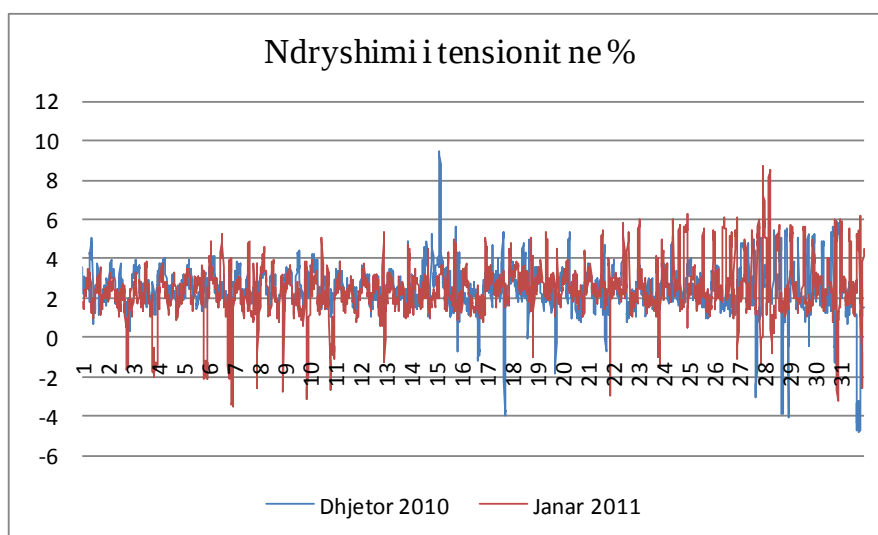
Kodi i rrjetit PO-KO-005-CODE për Windpower, i miratuar në vitin 2011, përcakton zonën e cilësisë së tensionit [9].

Në figurën 4.8,a paraqitet ndryshimi i tensionit në përqindje për muajt me prodhim maksimal dhe minimal në zbarën 10kV të nënstacionit Magure 35/10kV e që është pika e lidhjes së centralit Windpower me sistemin elektroenergjetik, ndërsa në figuren 8,b të njëjtat janë paraqitur të rirenditura.

Në figurën 4.9 paraqiten ndryshimet e fuqisë aktive të prodhuar nga Windpower në datat 1 dhe 24 dhjetor 2010, që i përkasin ditëve të muajit me prodhim maksimal dhe tensionit në pikën e lidhjes me sistemin elektroenergjetik, zbrazen 10kV të nënstacionit Magure 35/10kV.

Rezultatet e studimit tregojnë se ndikimi mund të vlerësohet nga rritja e ndryshueshmërisë së tensionit.

(a)



(b)

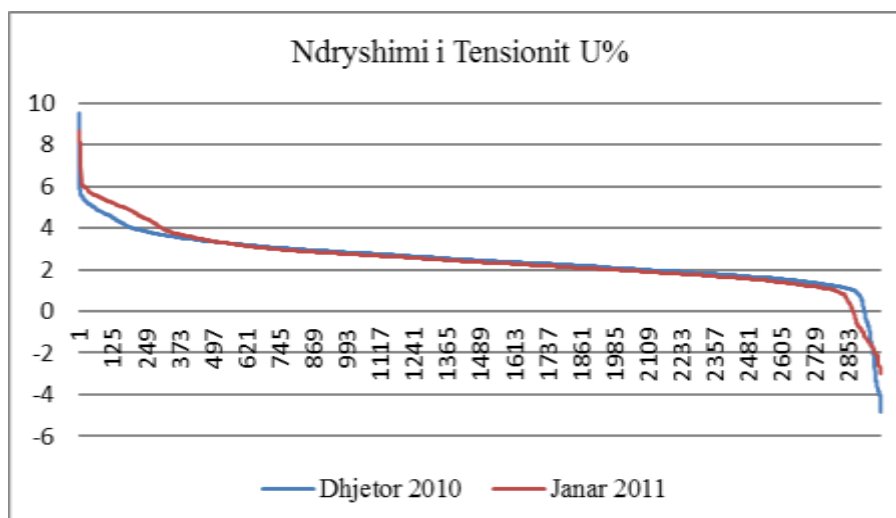
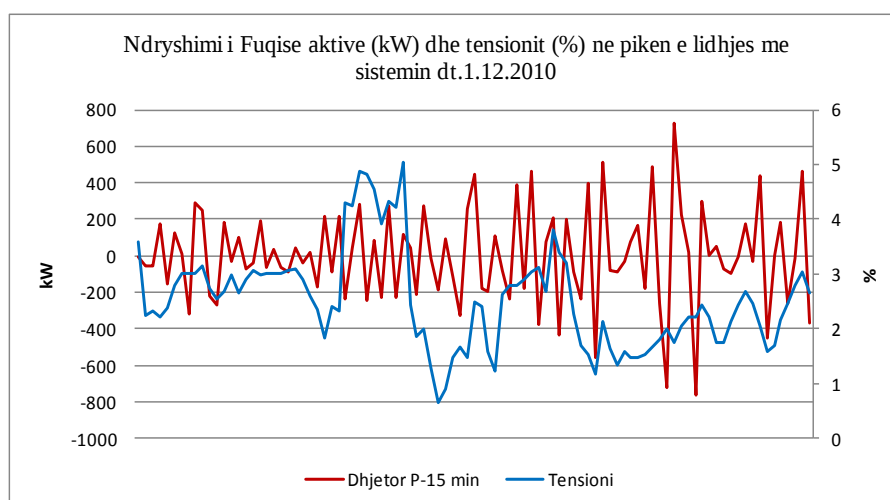


Figura 4.8 Ndryshimi i tensionit në pikën e lidhjes me sistemin elektroenergjetik

(a)



(b)

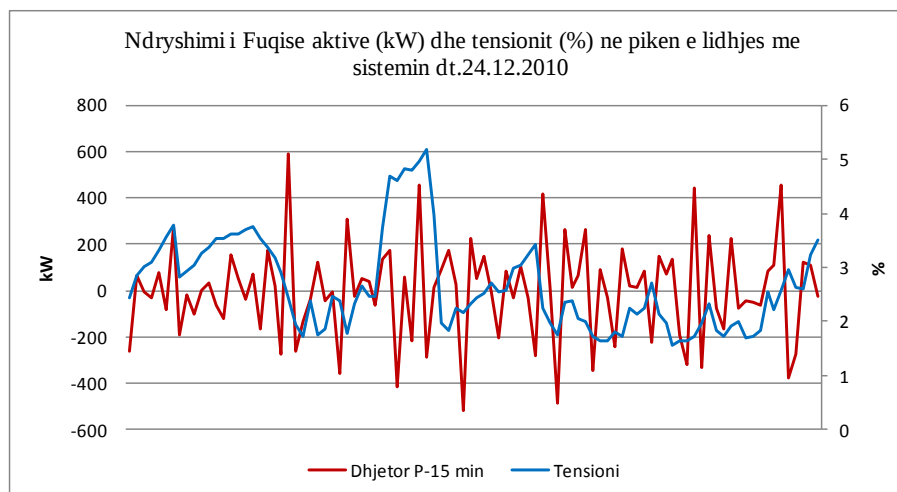


Figura 4.9 Ndryshimet e fuqisë aktive dhe tensionit në ditët me prodhim maksimal

Ndryshimi i fuqisë së prodhuar nga windpower është analizuar nga pikëpamja e cilësisë së tensionit. Në Tabelën 4.1 paraqitet ndryshimi maksimal, mesatar dhe devijimi standard i tensionit në pikën e lidhjes me sistemin elektroenergjetik për dy muajt, ai me prodhim maksimal (Dhjetor 2010), dhe ai me prodhim minimal (Janar 2011).

Tabela 4.1. Ndryshimi maksimal, mesatar dhe devijimi standard i tensionit $U\%$

	Rritja maks.	Ulje maks.	Mes.	Stdev.
Dhjetor 2010	9.500303	-4.82376	2.476933	1.162237
Janar 2011	8.668918	-3.54205	2.434988	1.366451

Variacioni i tensionit për shkak të sistemit të burimeve të ndryshueshme rritet nga 2 në 4%.

4.3 LUHATJET E ENERGJISË SË ERËS

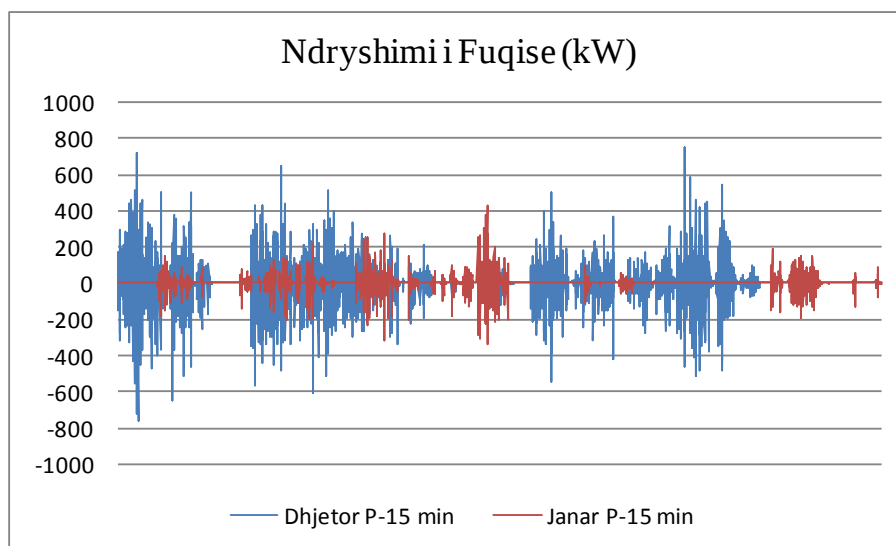
Sistemet e gjenerimit me erë injektojnë fuqi të ndryshueshme në sistemin energjetik, gjë që shkakton ndryshimin e parametrave të sistemit. Për vlerësimin e luhatjeve të energjisë përdoren tregues të ndryshëm [4-7]. Në këtë kapitull kemi vlerësuar natyrën e luhatjeve të energjisë së erës nëpërmjet analizës statistikore (SHTOJCA 1) të ndryshimit shkallë (a) dhe të ndryshimit të vijueshëm, (b) të fuqisë së prodhuar në dy momente të njëpasnjëshme kohe dhe në intervale kohore të caktuara.

4.3.1 Ndryshimet shkallë të fuqisë së prodhuar

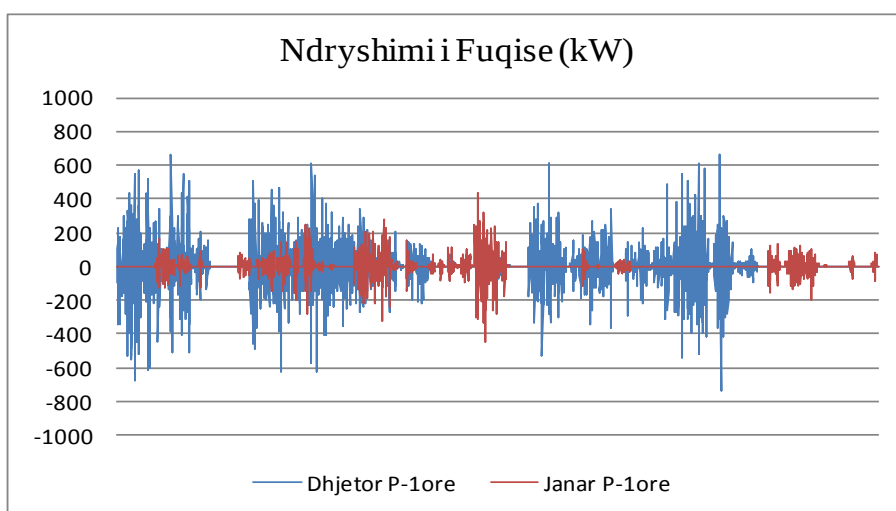
Dallimet në nivelet e prodhimit të energjisë në dy momente të njëpasnjëshme kohe tregojnë shkallën e vijueshmërisë së energjisë së prodhuar. Për të vlerësuar nga ana sasiore sjelljen e burimeve të erës, kemi llogaritur ndryshimet shkallë maksimale në të dy drejtimet pozitive dhe negative si dhe mesataret dhe devijimet standarde të tyre, për dy intervale kohore (15-minuta dhe 1-orë). Në figurat 4.10 a,b,c,d paraqiten, respektivisht, ndryshimet për dy intervale kohore (15-minuta dhe 1-orë) të fuqisë aktive dhe reaktive të prodhuar për muajin me prodhim maksimal (Dhjetor 2010) dhe atë me prodhim minimal (Janar 2011). Është e qartë se, për intervale kohore me të shkurtra, ndryshimet shkallë janë më të vogla sesa për intervalet kohore më të mëdha.

Nga të dhënat e përdorura në figurat 4.10 a,b,c,d, janë përcaktuar ndryshimet shkallë maksimale në drejtim të rritjes dhe uljes së fuqisë së prodhuar, vlera mesatare në drejtim të rritjes dhe uljes së fuqisë së prodhuar, si dhe devijimi standard për të dy intervalet kohore (15-minuta dhe 1-orë). Rezultatet e këtyre llogaritjeve paraqiten në tabelën 4.2 dhe 4.3.

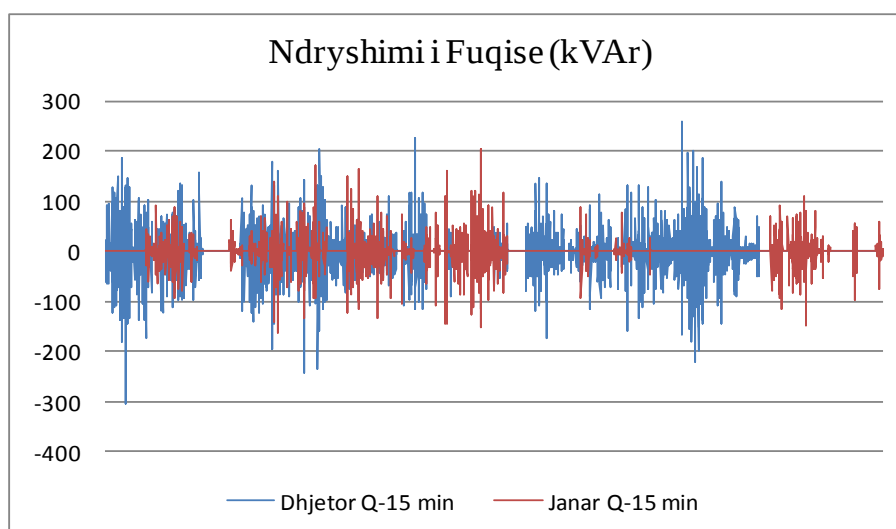
(a)



(b)



(c)



(d)

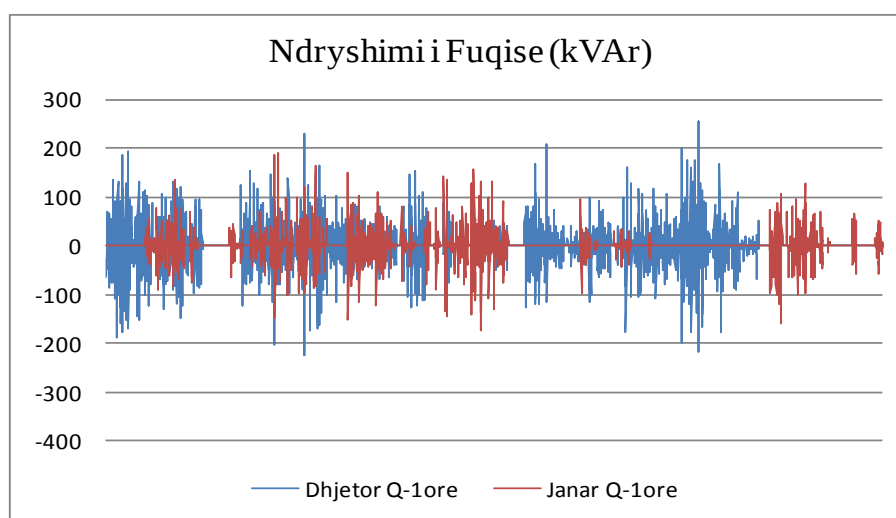


Figura 4.10. Ndryshimet për dy intervale kohore (15-minuta dhe 1-orë) të fuqisë aktive dhe reaktive për muajt me prodhim maksimal dhe minimal

Tabela 4.2. Ndryshimi maksimal, mesatar shkalle i fuqisë aktive dhe devijimi standard

Muajt	Intervali 15-minuta ndryshim shkalle i fuqisë (kW)					
	<i>Rritja maks.</i>	<i>Rritja mes.</i>	<i>Stdev. në rritje</i>	<i>Ulje maks.</i>	<i>Ulje mes.</i>	<i>Stdev. në ulje</i>
Dhjetor 2010	751.2	65.28468	96.82111	-764.7	-65.3754	102.3881
Janar 2011	434.7	18.64007	39.51051	-338.7	-18.6773	40.49456
Muajt	Intervali 1-orë ndryshim shkalle i fuqisë (kW)					
	<i>Rritja Max.</i>	<i>Rritja Mes.</i>	<i>Stdev. ne rritje</i>	<i>Ulje Max.</i>	<i>Ulje Mes</i>	<i>Stdev. ne ulje</i>
Dhjetor 2010	664.2	65.1117	98.8897	-735	-65.6094	101.7572
Janar 2011	320.4	17.6078	38.49283	-445.5	-17.9015	41.55072

Tabela 4.3. Ndryshimi maksimal, mesatar shkalle i fuqisë reaktive dhe devijimi standard

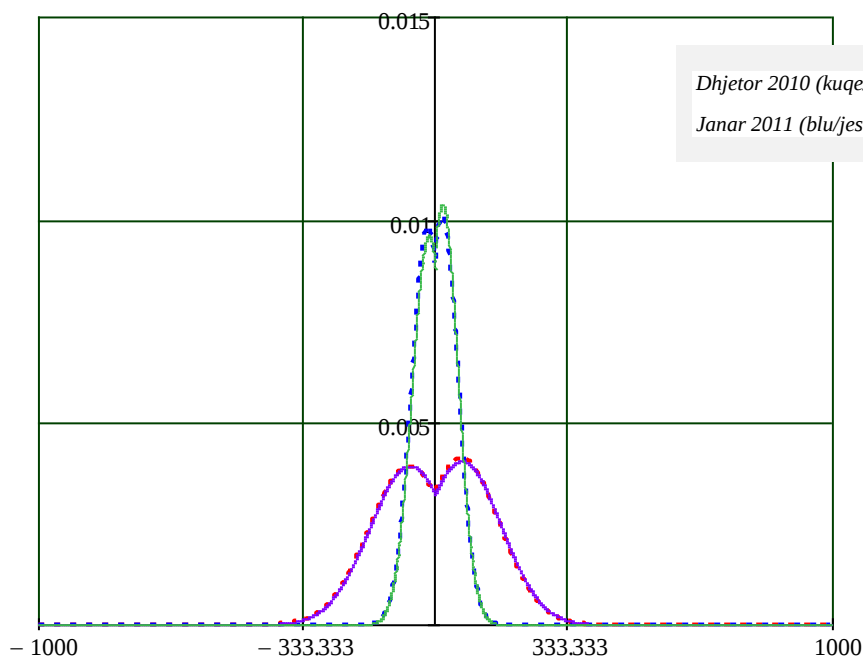
Muajt	Intervali 15- minuta ndryshim shkalle i fuqisë (kVAr)					
	<i>Rritja maks.</i>	<i>Rritja mes.</i>	<i>Stdev. në rritje</i>	<i>Ulje maks.</i>	<i>Ulje mes.</i>	<i>Stdev. në ulje</i>
Dhjetor 2010	289.8	23.57278	34.70123	-303.3	-23.6219	35.49366
Janar 2011	210.6	12.10027	24.76643	-170.7	-12.1247	24.50737
Muajt	Intervali 1- ore ndryshim shkalle i fuqisë (kVAr)					
	<i>Rritja Max.</i>	<i>Rritja Mes.</i>	<i>Stdev. ne rritje</i>	<i>Ulje Max.</i>	<i>Ulje Mes</i>	<i>Stdev. ne ulje</i>
Dhjetor 2010	230.7	22.46954	32.51548	-226.5	-22.7132	32.85851
Janar 2011	184.5	10.7195	22.2207	-173.4	-10.847	22.34626

Në figurat 4.11,a,b, paraqitet funksioni i probabilitetit të Gausit për ndryshimet shkallë të fuqisë aktive dhe reaktive për intervalet 15 minuta dhe 1 orë, të prodhuar në muajin me prodhim maksimal (Dhjetor 2010) dhe ate me prodhim minimal (Janar 2011).

Nga figurat 4.11,a,b, shihet që lakoret nuk ngjajnë me formën e njohur të shpërndarjes normale për shkak të një ulje që pësojnë në vlerën zero. Probabiliteti i ulët për vlerën zero konfirmon vërtetimet se, shpejtësia e erës dhe energjia e prodhuar nga centralët me erë nuk janë statike. Nga ana tjetër, vlerat e ulëta të probabilitetit janë kryesisht rezultat i vlerave zero të energjisë së prodhuar nga centrali. Pa këto vlera zero të prodhimit, probabiliteti i ndryshimeve në pikën zero do të ishte pothuajse zero.

Nga figura 4.11 vërehet gjithashtu se luhatjet afatshkurtra dhe frekuencat e ndryshimit të energjisë shtrihen në një diapazon të ngushtë dhe se frekuencat e ndryshimeve pozitive dhe negative janë afërsisht të njëjta. Ndryshime të mëdha ndodhin rrallë. Shumica e ndryshimeve kanë vlera të vogla.

(a)



(b)

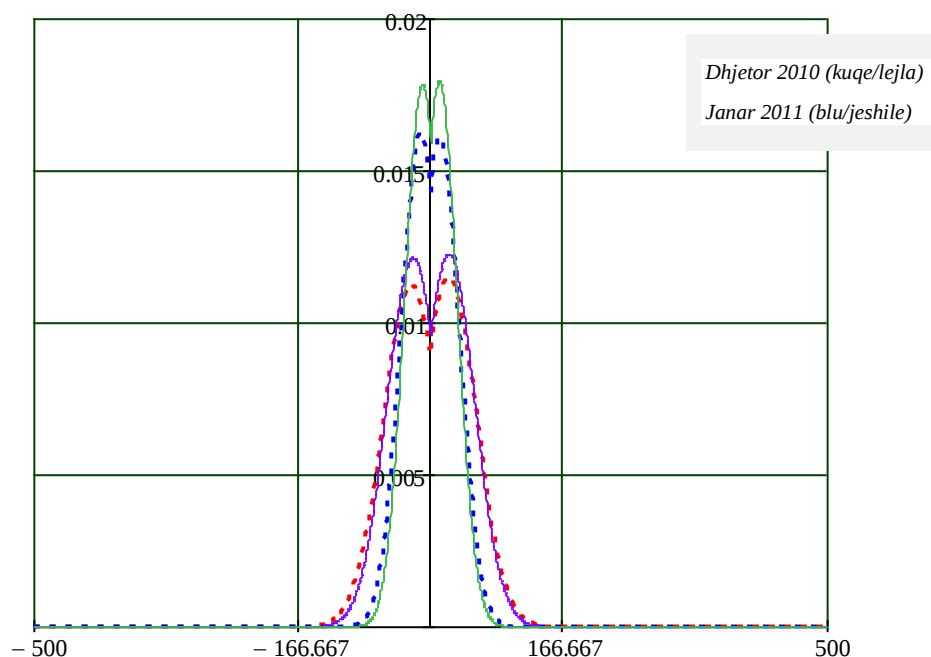


Figura 4.11 Probabiliteti i ndryshimit shkallë 15min/1orë i (a) fuqisë aktive dhe (b) fuqisë reaktive

Nga kurbat e shpërndarjes për ndryshimin shkallë 1 orë, është llogaritur se ndryshimet brenda intervalit $\pm 1\sigma$ për muajt dhjetor 2010/janar 2011 janë, respektivisht, 63.4%/70.6% e ndryshimeve shkallë të mundshme, e cila është rreth 7% e kapacitetit të përgjithshëm. Më tej, 91% / 93,9% e vlerave të mundshme të ndryshimeve shkallë janë brenda $\pm 2\sigma$, ose vetëm rreth 20% të kapacitetit të përgjithshëm. Ndërsa 99% e vlerave të mundshme të ndryshimeve shkallë janë brenda $\pm 3\sigma$, ose vetëm rreth 30% të kapacitetit të përgjithshëm. Rezultatet janë të përafërta edhe për ndryshimin shkallë 15 minutash.

4.3.2 Ndryshimi i vijueshëm i fuqisë së prodhuar

Ndryshimet shkallë tregojnë vlerat ekstreme të ndryshimit të energjisë së prodhuar nga centralet me erë, por këto vlera maksimale ndodhin rrallë. Për të analizuar ndryshimet e vijueshme të energjisë së prodhuar prej tyre, duhet të vlerësojmë shpejtësinë e ndryshimit për periudha të ndryshme.

Nga tabela 4.2 vërehet se ndryshimi maksimal i fuqisë aktive me interval një (1) orë, për muajin me prodhim maksimal, është 664.2 kW dhe -735 kW (49% deri 56% e kapacitetit total), ndërsa për muajin me prodhim minimal është 320.4kW dhe -445.5kW (23% deri 33% e kapacitetit total). Kjo është ekuivalente me një shpejtësi ndryshimi, respektivisht, për muajin me prodhim maksimal 166.05 deri -183.75kW/15min (12% deri 14% e kapacitetit total) dhe për muajin me prodhim minimal 80.1 deri -111.375kW/15min (6% deri 8% e kapacitetit total) të cilat janë shumë më të vogla se vlerat maksimale 15 minutëshe.

Në tabelat 4.4 dhe 4.5 jepen shpejtësitë e ndryshimit të fuqive aktive dhe reaktive (kW/15min, kVAr/15min) të llogaritur për intervalin kohor prej një (1) ore. Këto shpejtësi përfaqësojnë koeficientet e drejtëzave që bashkojnë të dhënat për prodhimin e energjisë.

Tabela 4.4: Shpejtësia e ndryshimit (kW/15min) të llogaritur nga të dhënat e periudhës 15 minutëshe për intervalin kohor prej 1 ore. Ndryshimi maksimal, mesatar i vazhduar i fuqisë aktive dhe devijimi standard

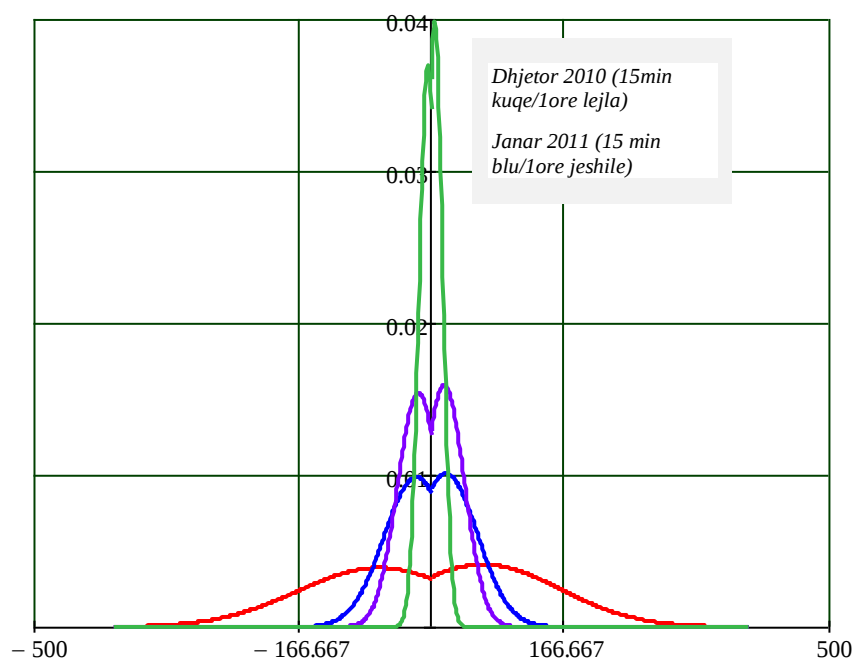
Muaj	Rritja maks.	Rritja mes.	Stdev. ne rritje	Rritja maks.	Rritja mes.	Stdev. ne ulje
Dhjetor 2010	166.65	16.445	25.048	-183.75	-16.214	25.838
Janar 2011	109.2	4.49	10.01	-111.375	-4.38	10.78

Tabela 4.5: Shpejtësia e ndryshimit (kW/15min) të llogaritur nga të dhënat e periudhës 15 minutëshe për intervalin kohor prej 1 ore. Ndryshimi maksimal, mesatar i vazhduar i fuqisë aktive dhe devijimi standard

Muaj	Rritja maks.	Rritja mes.	Stdev. ne rritje	Rritja maks.	Rritja mes.	Stdev. ne ulje
Dhjetor 2010	63.975	5.679	8.274	-56.625	-5.609	8.399
Janar 2011	47.4	2.719	5.682	-43.35	-2.667	5.725

Në figurat 4.12,a,b paraqitet funksioni i probabilitetit sipas gausit të ndryshimit të vijueshëm të fuqisë aktive dhe reaktive për intervalin prej 15 minutash dhe prej 1 ore, në muajin me prodhim maksimal (Dhjetor 2010) dhe atë me prodhim minimal (Janar 2011).

(a)



(b)

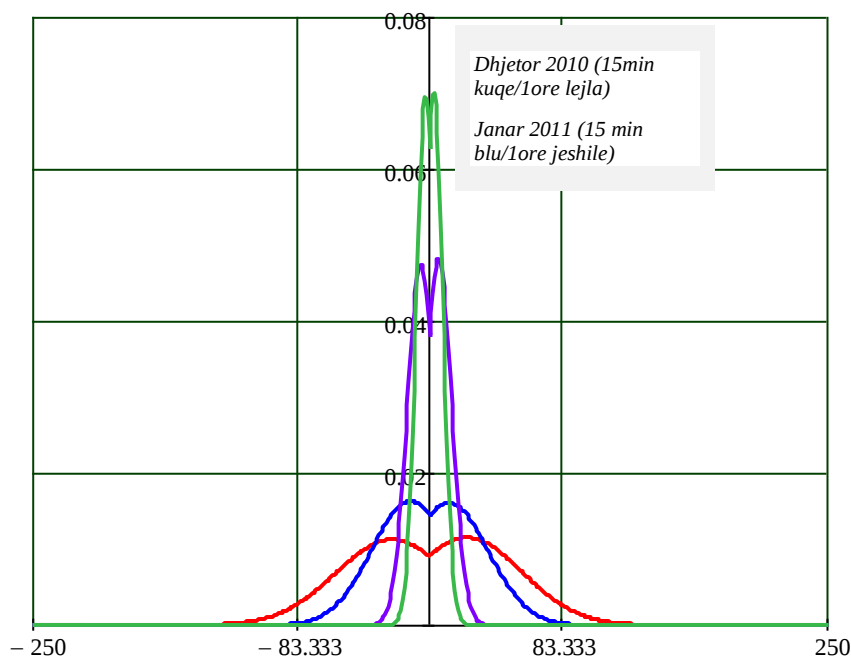


Figura 4.12: Probabiliteti i ndryshimit të vijueshëm 15min dhe 1 orë
i (a) fuqisë aktive dhe (b) fuqisë reaktive

Nga figurat 4.12,a,b shihet se lakoret janë të ngjashme me rastin e ndryshimeve shkallë. Për intervalin më të gjatë, lakoret janë më të ngushta. Nga lakoret e shpërndarjes për ndryshimin e vijueshëm, është llogaritur se ndryshimet brenda intervalit $\pm 1\sigma$, për muajt dhjetor 2010/janar 2011, ndryshojnë pak nga ato të ndryshimeve shkallë. Pra, rreth 99% e vlerave të mundshme të ndryshimeve të vijueshme janë brenda $\pm 3\sigma$ ose ± 80 kW/min.

Këto rezultate sugjerojnë se, në qoftë se një tjetër termocentral do të jetë i dedikuar për rregullim të fuqisë së prodhuar nga centrali i erës në Golesh, për shkak të ndryshimeve në prodhimin e këtij centrali, është e domosdoshme një fuqi e rregullueshme në masën ± 80 kW/min (ose rreth 1.48% të kapacitetit të instaluar për minutë). Ky diapazon do të mbulojë 99% të të gjitha ndryshimeve të vijueshme për centralin e erës në Golesh.

4.4 PARASHIKIMI ME METODËN E REGRESIONIT

Një analizë e mëtijshme mund të përcaktojë nëse metodat e sofistikuar të regresionit mund të ndihmojnë centralin e erës dhe operatorët e sistemit të parashikojnë më mirë nivelet e prodhimit të energjisë. Një tjetër analizë do të bëjë përpjekje të lidhë luhatjet e tensionit në zbarën e interkoneksionit me të dhënat reale të energjisë reaktive, me qëllim vendosjen e detyrimeve për kontrollin e energjisë reaktive të turbinave të erës.

Parashikimi mbi bazën e ndryshimit mesatar paraqet metodën më të thjeshtë. Metoda e ndryshimit mesatar (**Moving Average**) përcakton një lakore që zbut ndryshimet e fuqive

dhe tregon më qartë trendin e ndryshimit të saj. Marrim si shembull ditën me prodhim maksimal të centralit të erës që përkon me datën 24.12.2010 (Fig. 4.13).

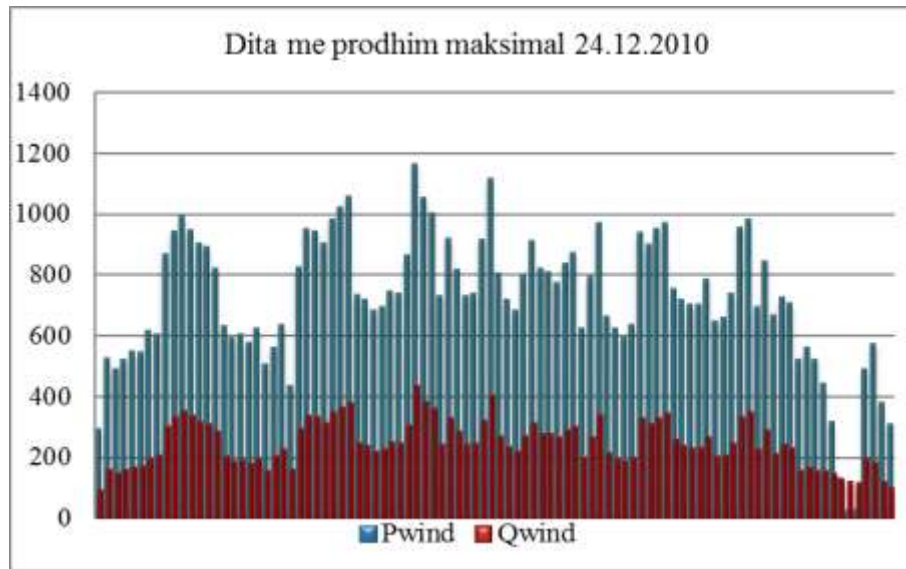


Figura 4.13 Fuqia për ditën 24.12.2010 me prodhim maksimal të centralit të erës

Parashikimi bëhet në bazë të vlerësimit të mesatares së të dhënave të mëparshme në një interval që fillon nga mesatarja e 2 deri n e të dhënave sipas ekuacionit të mëposhtëm:

$$F_t = \frac{A_t + A_{t+1} + \dots + A_{t+n+1}}{n}$$

Kështu, nëse perioda zgjidhet 2, mesatarja e dy të dhënave të para përdoret si pika e parë e vijës përafruese, përderisa mesatarja e të dhënave të dyta dhe treta përdoret si pika e dytë e vijës përafruese, dhe kështu me radhë. Në figurën 4.14 paraqitet parashikimi sipas metodës së përafrimit për ditën me prodhim maksimal të centralit të erës që përkon me datën 24.12.2010.

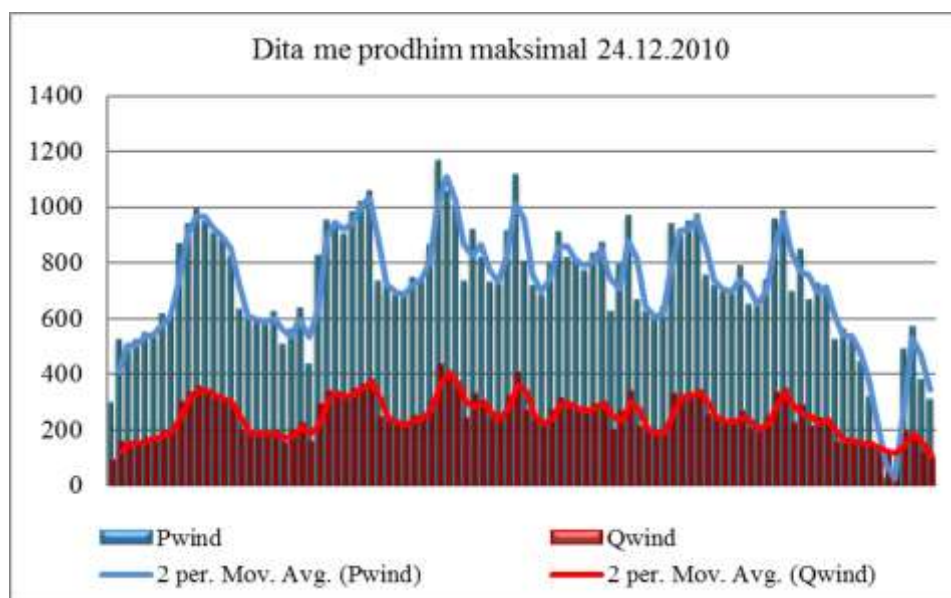


Figura 4.14 Parashikimi mbi bazën e ndryshimit mesatar (**Moving Average**) për ditën 24.12.2010 me prodhim maksimal të centralit të erës

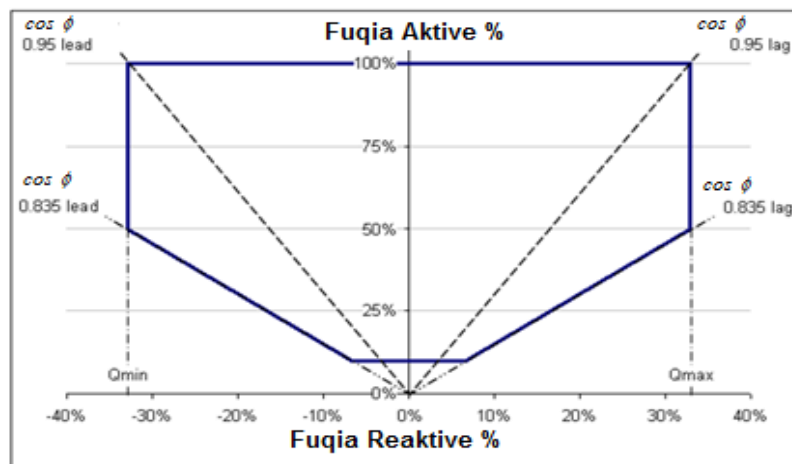
4.5 MONITORIMI I CILËSISË SË FUQISË

Menaxhimi i sistemit të shpërndarjes bazohet kryesisht nga të dhënat e mbledhura prej një sistemi të integruar të monitorimit të flukseve të fuqisë. Kjo mundëson monitorimin on-line të rrjetit shpërndarës nga operatorët e sistemit të shpërndarjes, si dhe rikonfigurimin automatik të rrjetit për të optimizuar eficiencën e energjisë dhe njëherësh për të zvogëluar kohëzgjatjen e ndërprerjeve.

Disa prej operatorëve të rrjetit kanë propozuar tashmë se rrjeti i mençur i të ardhmes duhet të përfshijë monitorimin e energjisë për të përmirësuar cilësinë. Qëllimi kryesor është parandalimi i problemeve të cilësisë së energjisë për shkak të lidhjes së burimeve të ndryshueshme (erës, diellore, etj.) të energjisë elektrike. Një qëllim tjetër është vlerësimi i ndikimit të burimeve të ndryshueshme (erës, diellore, etj.) në koston e energjisë në rrethanat e tregut të hapur.

Kodi i rrjetit PO-KO-005-CODE për centralin Windpower përcakton zonën e cilësisë së fuqisë së prodhuar. Në figurat 15(a,b) paraqitet zona e cilësisë së energjisë, si dhe vendndodhja e fuqisë së prodhuar për dy muajt, ai me prodhim maksimal (Dhjetor 2010) dhe minimal (Janar 2011).

(a)



(b)

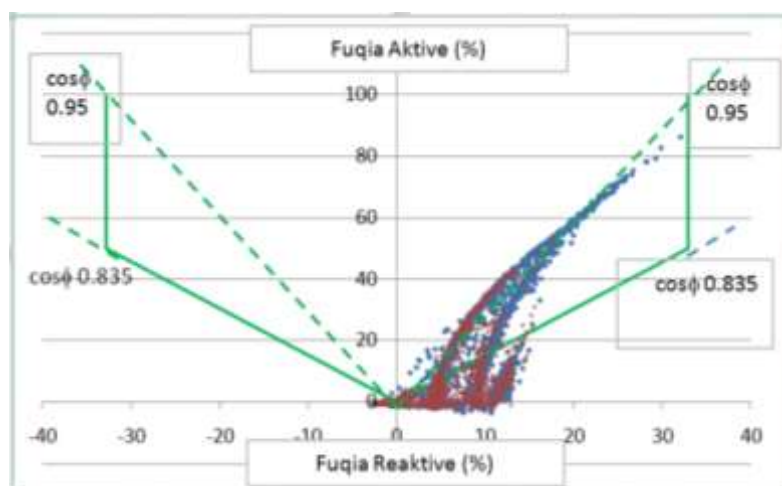


Figura 4.9. Zona e cilësisë (a) fuqia e prodhuar (b) në muajt me prodhim maks. (kaltër) dhe min. (kuqe)

Ndryshimi i fuqisë së prodhuar nga centrali Windpower është analizuar nga pikëpamja e cilësisë së fuqisë së prodhuar. Në Tabelën 4.6 paraqitet ndryshimi maksimal, mesatar dhe devijimi standard i fuqisë aktive.

Tabela 4.6: Ndryshimi maksimal, mesatar dhe devijimi standard i fuqisë aktive brenda dhe jashtë zonës së cilësisë në muajin me prodhim maksimal dhe atë me prodhim minimal

P në zonën e cilësisë			P jashtë zonës së cilësisë		
	maks.	Min.		maks.	Min.
shuma	35771.956	7119.9778	shuma	2719.9333	1461.0222
mes	12.024187	2.3932698	mes	0.9142633	0.4910999
devmes	15.484164	4.2780157	devmes	1.9826585	1.485322
stdev	18.569469	7.8550244	stdev	3.2346013	2.6045356

Nga analiza e fuqisë së prodhuar për dy muajt referues, ai me prodhim maksimal (Dhjetor 2010) dhe tjetri me prodhim minimal (Janar 2011), rezulton se për regjimin maksimal, 93% e fuqisë së prodhuar ndodhet brenda zonës së cilësisë, ndërsa për regjimin minimal, 83% e fuqisë së prodhuar ndodhet brenda zonës së cilësisë.

PËRFUNDIM

Monitorimi i centraleve të erës ndihmon në marrjen e vendimeve të drejta nga ana e operatorëve të këtyre centraleve dhe atyre të sistemit elektrik, në lidhje me përmirësimin e qëndrueshmërisë së sistemit, cilësisë së energjisë dhe kostos së energjisë së prodhuar. Monitorimi i centralit të erës në Golesh tregoi që:

- Ndryshimet e shpejtësisë së erës shkaktojnë ndryshime ekstremale të fuqisë së prodhuar nga centrali. Për të vlerësuar nga ana sasiore sjelljen e burimeve të erës, kemi analizuar luhatjet e energjisë së erës nëpërmjet analizës statistikore (a) të ndryshimit shkallë dhe (b) të ndryshimit të vijueshëm të fuqisë së prodhuar.
- Në rastet kur vlerësimi bëhet nëpërmjet ndryshimit shkallë, u vu re se ndryshimet shkallë brenda intervalit $\pm 1\sigma$ për muajt dhjetor 2010/janar 2011, janë respektivisht, 63.4% / 70.6% e ndryshimeve shkallë të mundshme, e cila është rreth 7% e kapacitetit të përgjithshëm. Më tej, 91% / 93.9% e vlerave të mundshme të ndryshimeve shkallë janë brenda $\pm 2\sigma$, ose vetëm rreth 20% të kapacitetit të përgjithshëm. Ndërsa 99% e vlerave të mundshme të ndryshimeve shkallë janë brenda $\pm 3\sigma$, ose vetëm rreth 30% të kapacitetit të përgjithshëm. Rezultatet janë të përafërta edhe për ndryshimin shkallë.
- Në rastet kur vlerësimi bëhet nëpërmjet ndryshimit të vijueshëm, është llogaritur se ndryshimet brenda intervalit $\pm 1\sigma$, për muajt dhjetor 2010/janar 2011, ndryshojnë pak nga ato të ndryshimeve shkallë. Pra rreth 99% e vlerave të mundshme të ndryshimeve të vijueshme janë brenda $\pm 3\sigma$ ose ± 80 kW/min.
- Për të mbuluar 99% të ndryshimeve të vijueshme në prodhimin e centralit të erës në Golesh, centrali i dedikuar për rregullim të fuqisë së prodhuar është e domosdoshme të ketë një fuqi të rregullueshme në masën $\pm 1.48\%$ të kapacitetit të tij të instaluar për minutë.
- Rezultatet e studimit tregojnë se pritjet rritja e variacionit të tensionit. Variacioni i tensionit për shkak të sistemit të burimeve të ndryshueshme do të rritet nga 2 në 4%.
- Rezultatet e studimit gjithashtu tregojnë se, për regjimin maksimal, 93% e fuqisë së prodhuar ndodhet brenda zonës së cilësisë, ndërsa për regjimin minimal, 83% e fuqisë së prodhuar ndodhet brenda zonës së cilësisë.

REFERENCA:

- [1] Wind Power Plant Monitoring Project Annual Report, Yih-Huei Wan, NREL/TP-500-30032, July 2001
- [2] H. Brunner, B. Bletterie, R. Bruendlinger, Case studies on the impact of distributed generation on power quality – Assessment results and experience in Austria, Distribution Europe, 17.-19.05.2006, Barcelona, Spain
- [3] T. Ackermann, Wind power in power systems, Wiley, 2005
- [4] IEC 61000-3-6 : Ed 2.0, 2008. Part 3-6: Limits – Assessment of emission limits for the connection of distorting installations to MV, HV and EHV power systems
- [5] IEC 61000-3-7 : Ed 2.0, 2008. Part 3-7: Limits – Assessment of emission limits for the connection of fluctuating installations to MV, HV and EHV power systems
- [6] IEC 61400-21 : Ed 2.0, 2008. Wind turbine – Part 21: Measurement and assessment of power quality characteristics of grid connected wind turbines
- [7] IEC 61400-12-1 : Ed 1.0, 2005. Wind turbines – Part 12-1: Power performance measurement of electricity producing wind turbines
- [8] Markovian Power Curves for Wind turbines, E. Anahua, St. Barth & J. Peinke, 2008, Wind Energy
- [9] Grid Code PO-KO-005- CODE For Wind Powered Generating Stations, 2011
- [10] A. Gjukaj, R. Bualoti, Application of smart grid in Kosovo power system, Perspectives of Innovations, Economics & Business, www.academicpublishingplatforms.com, Vol.8, Issue 2, pp.57-62, ISSN: 1804-0527 (online) 1804-0519 (print), 2011.
- [11] A. Gjukaj, R. Bualoti, Application of Smart Metering in Kosovo Distribution Network, MAKOCIGRE 2011, 7. Conference - Ohrid, Maqedoni. (C1.003) October 2-4, 2011
- [12] Monitoring Report for Sun-n-Sand 1.2 MW Wind Power Project - Generation of electricity from 1.2 MW capacity wind mills by Sun-n-Sand Hotels Pvt. Ltd. at Satara in Maharashtra. 31/10/06
- [13] B. Ernst, K. Rohrig, F. Schlögl, Online-monitoring and prediction of wind power in German transmission system operation centres, EWEC_ European Wind Energy Conference & Exhibition, 16 - 19 June / Feria de Madrid, Parque Ferial Juan Carlos, Madrid, Spain, 2003.
- [14] S. COSTINAS, I. DIACONESCU, I. FAGARASANU, Wind Power Plant Condition Monitoring, Proceedings of the 3rd WSEAS Int. Conf. on ENERGY PLANNING, ENERGY SAVING, ENVIRONMENTAL EDUCATION, pp.71-76
- [15] A. Kusiak, H. Zheng, Zh. Song, Models for monitoring wind farm power, Renewable Energy 34 (2009) pp.583–590, www.elsevier.com
- [16] The smart grid – an introduction, (US) Department of Energy, 2008. <http://www.oe.energy.gov/SmartGridIntroduction.htm>.

-
- [17] SmartGrids, European technology platform for the electricity networks of the future.
- [18] <http://www.smartgrids.eu/>
- [19] S.P.Chowdhury, P.Crossley, S.Chowdhury, Microgrids and active distribution networks. London: The Institution of Energy and Technology, 2009.
- [20] M. Bollen, I. Gu, Signal processing of power-quality disturbances. New York: IEEE Press, 2006.
- [21] J. Deuse, S. Grenard, M.H.J. Bollen, EU-DEEP integrated project – Technical implications of the “hosting-capacity” of the sytem for DER, Int Journal of Distributed Energy Resources, Vol.4, No.1 (2008), pp.17-34.
- [22] M.H.J. Bollen, P.F. Ribeiro, E.O.A. Larsson, C.M. Lundmark, Limits for voltage distortion in the frequency range 2-9 kHz, IEEE Transactions on Power Delivery, Vol.23, No.3 (July 2008), pp.1481-1487.
- [23] S. T. Tentzerakis, and S. A. Papathanassiou, ‘An Investigation of the Harmonic Emissions of Wind Turbines,’ IEEE Trans. Energy Convers., vol. 22, no. 1, pp. 150-158, Mar. 2007.
- [24] S. A. Papathanassiou, and M. P. Papadopoulos, ‘Harmonic analysis in a power system with wind generation,’ IEEE Trans. Power Del., vol. 21, no. 4, pp. 2006-2016, Oct.2006.
- [25] J. Plotkin, R. Hanitsch, and U. Schaefer, ‘Power conditioning of a 132 MW wind farm,’ in European Conference on Power Electronics and Applications, Sep.2007, pp. 1-9.
- [26] M.H.J. Bollen, M. Häger, Power quality: interaction between distributed energy resources, the grid and other customers, Electric Power Quality and Utilisation, Magazine Vol.1, No.1, 2005.
- [27] S. K. Rönnberg, M. Wahlberg, E.O.A. Larsson, M.H.J. Bollen, C.M. Lundmark, Interaction between equipment and Power Line Communication: 9-95 kHz, Bucharest Power Tech, July 2009.
- [28] M.H.J. Bollen, L.-Z. Yao, S.K. Rönnberg, M.Wahlberg, Harmonic and Interharmonic Distortion due to a windpark, IEEE PES General Meeting 2010.
- [29] F. Zavoda, C. Perreault, A. Lemire, The impact of a volt & var control system (VVC) on PQ and customer’s equipment, IEEE PES T&D Conference 2010
- [30] M. Tremblay, R. Pater, F. Zavoda, G. Simard, Accurate fault-location technique based on distributed power-quality measurements, CIRED Conference 2007.
- [31] F. Zavoda, M.H.J. Bollen, M. Tremblay, The behaviour of power distribution feeder dips, CIRED Conference 2009.
- [32] F. Zavoda, G. Simard, Performance of today's intelligent controllers and meters, elements of an integrated monitoring system for ADA, IEEE PES General Meeting 2008.

-
- [33] M. Bollen, M. Häger and M. Olofsson, Allocation of emission limits for individual emitters at different voltage levels: flicker and harmonics, CIGRE Sessions, Paris, August 2010, paper C4.106.
 - [34] T. Senjyu, Y. Miyazato, A. Yona, N. Urasaki, and T. Funabashi. Optimal distribution voltage control and coordination with distributed generation. IEEE Transactions on Power Delivery, 23(2):1236–1242, April 2008.
 - [35] I. Wasiak, M.C. Thoma, C.E.T. Foote, R. Mienski, R. Pawelek, P. Gburczyk, and G.M. Burt. A power-quality management algorithm for low-voltage grids with distributed resources. IEEE Transactions on Power Delivery, 23(2):1055–1062, April 2008.
 - [36] M.H.J. Bollen, M. Speychal, K. Lindén, Impact of increasing amounts of wind power on the dip frequency in transmission systems, Nordic Wind Power Conference, Helsinki, Finland, May 2006.
 - [37] Power Quality aspects of Smart Grids, Math H.J. Bollen, Jin Zhong, Francisc Zavoda, Jan Meyer, Alex McEachern, and Felipe Córcoles López, International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'10) Granada (Spain), 23th to 25th March, 2010

SHTOJCA 1

Shpërndarja normale

Shpërndarja probabilitare më e rëndësishme në të gjithë statistikën është *shpërndarja normale*. Funkzioni i densitetit probabilitar, me të cilin jepet madhësia e rastit e vazhdueshme me shpërndarje normale, quhet *funksion i densitetit të probabilitetit normal* ose shkurt *densitet normal*. Ky funksion është në qendër të trajtimeve të shumta të teorisë statistikore dhe gjithashtu është një mjet i dobishëm për zgjidhjen e problemeve që lindin gjatë studimit të dukurive të natyrës si dhe gjatë kërkimit shkencor teorik.

Shpërndarja normale quhet shpesh edhe *shpërndarje e Gausit*, për nder të kontributit të tij në nxjerrjen e formulës të densitetit normal.

Madhësia e rastit e vazhdueshme X me shpërndarje normale quhet *madhësi rasti normale*.

Le të përcaktojmë tani se kur do të themi që një madhësi rasti e vazhdueshme ka shpërndarje normale.

1. Funkzioni i densitetit i madhësisë së rastit normale

Dihet se shpërndarja e probabilitetit të madhësisë së rastit të vazhdueshëm paraqitet analitikisht (me formulë) me anë të *funksionit të densitetit*. Por cila është trajta e funksionit të densitetit për madhësinë e rastit normale.

Përkufizim 1.1: *Themi se madhësia e rastit e vazhdueshme X ka shpërndarje normale në qoftë se dhe vetëm në qoftë se funksioni i densitetit i madhësisë X jepet me ekuacionin:*

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} \quad \text{për} \quad -\infty < x < +\infty, -\infty < a < +\infty, \sigma > 0$$

ku $\pi = 3,1416...$ dhe $e = 2,7183...$

Këtu vërejmë se funksioni i densitetit normal përmban dy parametra a dhe σ . Parametri a merr çdo vlerë reale ndërsa σ merr vetëm *vlera pozitive*.

Simbolikisht faktin që madhësia e rastit X ka shpërndarje normale me parametra a dhe σ e shënojmë:

$$X \sim N(a, \sigma^2) \quad \text{ose} \quad X \in N(a, \sigma^2)$$

Kuptohet se për vlera të ndryshme të parametrave a dhe σ merren funksione densiteti të madhësive normale të ndryshme, domethënë merren shpërndarje normale të ndryshme.

Shpërndarja normale është plotësisht e përcaktuar në qoftë se njohim vlerat e parametrave a dhe σ . Funkzioni $f(x; a, \sigma) = n(x; a, \sigma)$ quhet *funksion densiteti normal i përgjithshëm*.

Theksojmë se funksioni $f(x)$ i plotëson dy kushtet esenciale për të qenë funksion densiteti i një madhësie rasti të vazhdueshme sepse:

- $f(x) > 0$ për çdo $x \in R$ (kjo është e qartë)

dhe

$$\blacksquare \quad \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{\frac{-(x-a)^2}{2\sigma^2}} dx = 1$$

Me të vërtetë duke bërë zëvendësimin $t = \frac{x-a}{\sigma}$ dhe $dx = \sigma dt$ do të kemi:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{\frac{-t^2}{2}} dt$$

Por shprehja në anën e djathtë të këtij barazimi jep vlerën e funksionit të Laplasit në pikën $+\infty$.

Pra:

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{\frac{-t^2}{2}} dt = \phi(+\infty) = 1$$

Nga del se:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx = 1$$

Në këtë përfundim arrijmë edhe po të shfrytëzojmë faktin që:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{\frac{-t^2}{2}} dt = \sqrt{2\pi} \quad (\text{Integrali i Euler-Puasonit})$$

- **Pritja matematike dhe dispersioni i madhësisë normale.**

Kuptimin e parametrave a dhe σ e jep kjo teoremë:

Teoremë 1.2: Në qoftë se X është një madhësi rasti e shpërndarë normalisht me parametra a dhe σ atëherë:

$$E(X) = a \quad \text{dhe} \quad D(X) = V(X) = \sigma^2$$

Vërtetim: Meqë X është madhësi rasti e vazhdueshme atëherë nga përkufizimi i pritjes matematike kemi:

$$E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x) dx = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} xe^{\frac{-(x-a)^2}{2\sigma^2}} dx$$

Zëvendësojmë $\frac{x-a}{\sigma} = t$ dhe $dx = \sigma dt$ dhe marrim:

$$E(X) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} (a + \sigma t) e^{\frac{-t^2}{2}} dt = a \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{\frac{-t^2}{2}} dt + \frac{\sigma}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} t \cdot e^{\frac{-t^2}{2}} dt = a\phi(+\infty) + 0 = a$$

Vlera e termit të parë në anën e djathtë të barazimit është a . Ndërsa nga integrimi i drejtpërdrejtë ose nga fakti që funksioni nën integral është tek në integralin e termit të dytë, del se vlera e këtij termi është zero. Pra kemi:

$$\int_{-\infty}^{\infty} t \cdot e^{\frac{-t^2}{2}} dt = - \int_{-\infty}^{\infty} d \left(e^{\frac{-t^2}{2}} \right) = -e^{\frac{-t^2}{2}} \Big|_{-\infty}^{+\infty} = 0$$

Kështu që:

$$E(X) = a$$

Në këtë mënyrë parametri a paraqet pritjen matematike të madhësisë së rastit me shpërndarje normale.

Ndërsa varianta e shpërndarjes normale jepet nga:

$$V(X) = E[(X - a)^2] = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} (x - a)^2 e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} dx$$

Përsëri duke zëvendësuar $t = \frac{(x-a)}{\sigma}$ dhe $dx = \sigma dt$ marrim:

$$D(X) = V(X) = \frac{\sigma^2}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} t^2 e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

Integrojmë me pjesë duke marrë:

$$u = t \quad \text{dhe} \quad dv = t \cdot e^{-\frac{t^2}{2}}$$

Kështu që:

$$du = dt \quad \text{dhe} \quad v = -e^{-\frac{t^2}{2}}$$

Atëherë gjejmë se:

$$V(X) = \frac{\sigma^2}{\sqrt{2\pi}} \left(-t \cdot e^{-\frac{t^2}{2}} \Big|_{-\infty}^{+\infty} + \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \right) = \sigma^2 (0 + 1) = \sigma^2$$

Pra parametri σ paraqet devijimin mesatar kuadratik të madhësisë së rastit X me shpërndarje normale. Rezultatet e Teoremës 1.2 tregojnë që parametri a përcakton qendrën e shpërndarjes ndërsa σ mat shpërhapjen e saj, domethënë përhapjen e densitetit normal në lidhje me këtë qendër e cila është pritja matematike.

Grafiku i densitetit normal

Grafiku i funksionit të densitetit normal apo grafiku i densitetit të shpërndarjes normale quhet *kurbë normale* ose *kurba e Gausit*.

Për vlera të ndryshme të parametrave a dhe σ përfitohen kurba të ndryshme. Prandaj funksioni i densitetit normal apo shpërndarja normale paraqet *një familje* kurbash normale në varësi të vlerave të parametrave a dhe σ .

Le të përcaktojmë formën e grafikut të një kurbe të familjes normale. Në këtë rast parametrat a dhe σ kanë vlera të caktuara (të fiksuara).

Pra do ndërtojmë grafikun e funksionit:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}$$

Nga kjo vërejmë se:

- $f(x)$ është i përcaktuar në $(-\infty; +\infty)$

- $f(x)$ merr vetëm vlera pozitive për çdo $x \in (-\infty; +\infty)$. Kjo do të thotë që grafiku i tij shtrihet mbi boshtin Ox në kuadrantin e parë dhe të dytë.
- Derivati i parë $f'(x)$ anulohet në pikën $x = a$ d.m.th. $f'(a) = 0$. Ndërsa $f'(x) > 0$ për $x < a$ dhe $f'(x) < 0$ për $x > a$.

$$\max f(x) = f(a) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}$$

Vihet re se vlera e maksimumit varet nga vlera e parametrin σ . Me rritjen e σ maksimumi i $f(x)$ zvogëlohet dhe anasjelltas.

- Derivati i dytë $f''(x)$ anulohet në pikat $a + \sigma$ dhe $a - \sigma$ të cilat janë pika infleksioni të kurbës normale.
- Kur x merr vlera pambarimisht të mëdha ose pambarimisht të vogla domethënë kur $x \rightarrow \pm\infty$, $f(x) \rightarrow 0$. Pra në këtë rast kurba normale i afrohet asimptotikisht boshtit të abshisave.

Të dhënat e mësipërme i përmbledhim në këtë tabelë:

Vl. x	$-\infty$	$a - \sigma$	a	$a + \sigma$	$+\infty$
$f'(x)$	+	+	0	-	-
$f''(x)$	+	0	-	0	+
$f(x)$	0	I_1	$f_{\max} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}$	I_2	0

Në bazë të tabelës së mësipërme, ndërtojmë grafikun e lakores normale e cila paraqitet në Figurën 4.1.3.

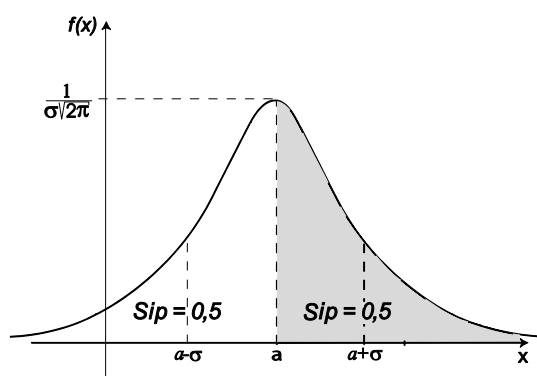


Figura 4.1.1: Grafiku i lakores normale

Nga arsyetimet e mësipërme dhe nga grafiku vërejmë se, në qoftë se devijimi standard është i vogël, atëherë shpërndarja grumbullohet rreth pritjes matematike dhe kështu lakorja normale do të jetë e ngushtë dhe e lartë. Ndërsa sa më e madhe të jetë σ aq më e “shtrirë” do të jetë lakorja normale dhe aq më e vogël lartësia maksimale e saj.

Nga interpretimi gjeometrik i vetisë së tretë të funksionit të densitetit rrjedh se sipërfaqja e kufizuar nga grafiku i lakores normale dhe boshti Ox është i barabartë me 1.

Nga Figura 4.1.1 vërejmë se grafiku i shpërndarjes normale ose i densitetit normal ka formën e një këmbane që gëzon këto karakteristika:

1. lakorja normale është simetrike në lidhje me drejtëzën vertikale $x = a = E(X)$.
2. lakorja normale ka maksimum në pikën $x = a$ dhe dy pika infleksioni $x = a \pm \sigma$. Ajo është e mysët në qoftë se $a - \sigma < X < a + \sigma$ dhe e lugët jashtë intervalit $(a - \sigma, a + \sigma)$.
3. lakorja normale i afrohet asimptotikisht boshtit Ox në qoftë se i largohemi pritjes matematike a në njërin ose tjetrin drejtim.
4. Pritja matematike moda dhe mediana janë të barabarta. Moda është pika në boshtin Ox në të cilën kurba normale arrin maksimumin.
5. Sipërfaqja e përgjithshme e kufizuar nga lakorja normale dhe boshti Ox është një njësi katrore. Nga simetria e lakores normale del se drejtëza $x = a$ e ndan këtë sipërfaqe në dy pjesë të njëvlershme. Pra 50% e sipërfaqes ndodhet në të majtë të drejtëzës $x = a$ dhe 50% në të djathtë të saj. Meqë sipërfaqja e përgjithshme është 1 atëherë sipërfaqja e secilës pjesë është 0,5. Prej kësaj del se mediana e madhësisë së rastit normale është gjithmonë e barabartë me pritjen matematike të saj.

Le të paraqesim tani grafikët e disa rasteve të veçanta nga familja e lakoreve normale:

1. Grafikët e dy densiteteve normale me $a_1 \neq a_2$ dhe $\sigma_1 = \sigma_2$.

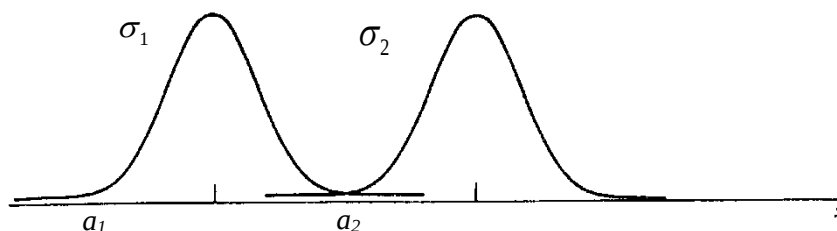


Figura 4.1.2: Lakoret normale me $a_1 < a_2$ dhe $\sigma_1 = \sigma_2$

Në Fig. 4.1.2 kemi skicuar grafikët e dy lakoreve normale të cilat kanë të njëjtin devijim standard por pritje matematike të ndryshme. Siç vëmë re të dy lakoret janë të njëjta në formë por janë qendëruar në pozicione të ndryshme gjatë boshtit horizontal Ox .

2. Grafikët e dy lakoreve normale me $a_1 = a_2$ dhe $\sigma_1 \neq \sigma_2$.

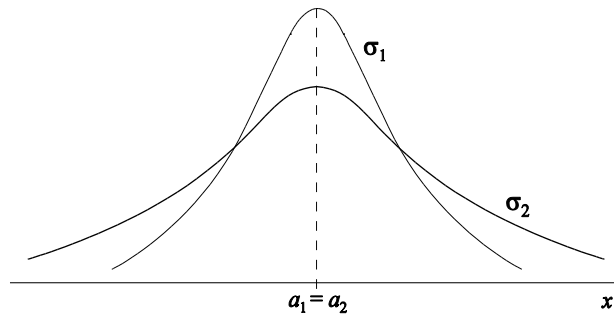


Figura 4.1.3: Lakoret normale me $a_1 = a_2$ dhe $\sigma_1 < \sigma_2$

Në Fig. 4.1.3 kemi skicuar grafikët e dy lakoreve normale me të njëjtën pritje matematike por me devijime standarde të ndryshme. Këtë herë vërejmë se dy lakoret janë qendëruar në të njëjtën pikë në boshtin horizontal Ox , por lakorja me devijim standard më të madh është më e “ulët” dhe më e “shtrirë” ndërsa ajo me devijim standard më të vogël është më e “mprehtë”, më e lartë, më e “majtë” dhe më e “ngushtë”.

3. Grafikët e dy kurbave normale me $a_1 \neq a_2$ dhe $\sigma_1 \neq \sigma_2$.

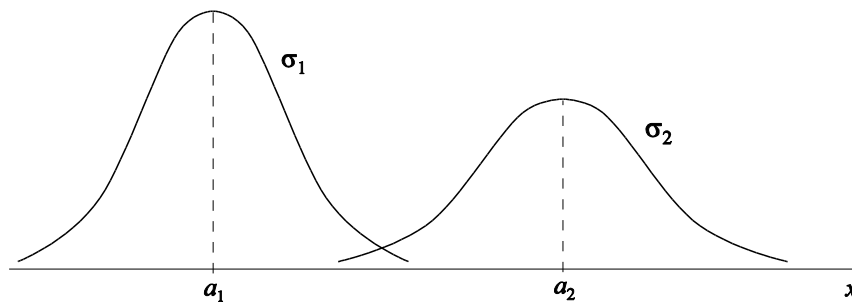


Figura 4.1.4: Kurbat normale me $a_1 < a_2$ dhe $\sigma_1 < \sigma_2$

Në Fig. 4.1.4 kemi skicuar grafikët e dy lakoreve normale që kanë pritje matematike dhe devijime standarde të ndryshme. Duket qartë se ato janë qendëruar në pika të ndryshme të boshtit Ox dhe forma e tyre tregon se kemi dy vlera të ndryshme të σ .

Vihet re se sipërfaqja e zonës që ndodhet në të djathtë (ose në të majtë) të drejtëzës $x = a_1$ në kurbën e parë është e njëjtë me sipërfaqen e zonës që ndodhet në të djathtë (ose majtë) të drejtëzës $x = a_2$ në kurbën e dytë. Ato e kanë sipërfaqen të barabartë me 0,5. E njëjta gjë është e vërtetë edhe për sipërfaqet e zonave që kufizohen nga drejtëzat $x = a_1$ dhe $x = a_1 + k\sigma_1$ në lakoren e parë, dhe $x = a_2$ dhe $x = a_2 + k\sigma_2$ në lakoren e dytë pavarësisht nga vlerat e a dhe σ .

1.1.1.1 Probabiliteti që madhësia normale të marrë vlera në një interval

Nga vetia e parë e funksionit të densitetit del se probabiliteti që madhësia normale X të marrë vlera në intervalin $(x_1; x_2)$ është i barabartë me:

$$P(x_1 < X < x_2) = \int_{x_1}^{x_2} f(x; a, \sigma) dx = F(x_2) - F(x_1) \quad (1)$$

ose

$$P(x_1 < X < x_2) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{x_1}^{x_2} e^{\frac{-(x-a)^2}{2\sigma^2}} dx \quad (2)$$

Në bazë të interpretimit gjeometrik të kësaj vetie, ky probabilitet $P(x_1 < X < x_2)$ është i barabartë me syprinën e trapezit vijëpërkulur të formuar nga kurba normale me bazë intervalin (x_1, x_2) që paraqitet i vijëzuar në Figurën 4.1.5.

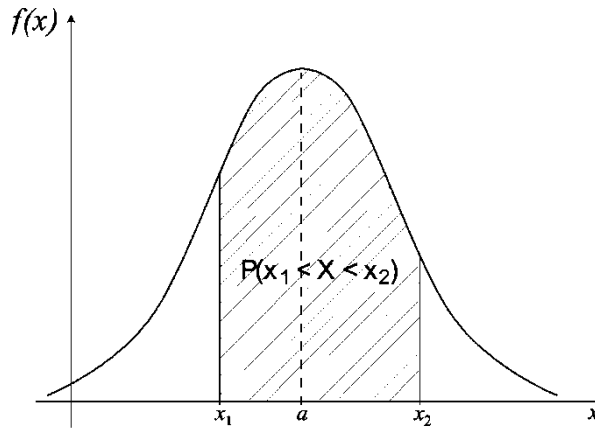


Figura 4.1.5: $P(x_1 < X < x_2) = \text{sipërfaqja e zonës së vijëzuar (ngjyrosur)}$

Pra kemi një korrespondencë ndërmjet probabilitetit që madhësia normale X të marrë vlera në intervalin (x_1, x_2) dhe sipërfaqes së trapezit vijëpërkulur të formuar nga kurba normale dhe që ka për bazë këtë interval.

Për të llogaritur $P(x_1 < X < x_2)$ duhet të gjenden vlerat $F(x_2)$ dhe $F(x_1)$ të funksionit të shpërndarjes të madhësisë normale $F(x)$ i cili jepet nga formula:

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{\frac{-(t-a)^2}{2\sigma^2}} dt$$

Por funksioni $F(x)$ nuk mund të shprehet si kombinim i fundmë funksionesh të njohur sepse primitiva e funksionit nën integral nuk mund të shprehet në trajtë të fundme. Kështu që funksioni $F(x)$ nuk mund të përdoret për llogaritjen e vlerave $F(x_1)$ dhe $F(x_2)$ pasi nuk është e përcaktuar trajta e shtjelluar e tij.

Veç kësaj, nuk mund të përdorim për të llogaritur $P(x_1 < X < x_2)$ as barazimin (2) sepse në këtë barazim gjetja e vlerës së $P(x_1 < X < x_2)$ kërkon që të llogaritet integrali i trajtës:

$$\int_{x_1}^{x_2} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} dx$$

Por integrali i mësipërm nuk ekziston në trajtë të fundme prandaj nuk mund të përdorim barazimin (2). Kështu, për shkak të vështirësive që hasim në integrimin e integraleve të funksioneve të densitetit normal për të llogaritur $P(x_1 < X < x_2)$ do të përdorim tabelat e probabiliteteve të përafërta të cilat janë ndërtuar duke regjistruar sipërfaqet nën kurbën normale. Për këtë qëllim do të përdorim dy mënyra.

I) Lidhjen e $F(x)$ me funksionin e Laplasit $\phi(t)$ i cili është i tabelizuar.

II) Lidhjen e shpërndarjes normale me shpërndarjen normale standarde.

1.2.3 (I) Lidhja e $F(x)$ me funksionin $\phi(t)$

Le ta marrim se X është madhësi normale me $E(X) = a$ dhe $V(X) = \sigma^2$.

Duke bërë zëvendësimin $\frac{t-a}{\sigma} = u$ dhe $dt = \sigma du$ atëherë funksioni i shpërndarjes $F(x)$ i madhësisë normale merr trajtën:

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{x-a}{\sigma}} e^{-\frac{u^2}{2}} du$$

Por dimë se funksioni i Laplasit $\phi(t)$ është:

$$\phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t e^{-\frac{u^2}{2}} du$$

Atëherë duket lehtë se funksioni $F(x)$ lidhet me funksionin e Laplasit $\phi(t)$ me anë të barazimit:

$$F(x) = \phi\left(\frac{x-a}{\sigma}\right)$$

Tani le të llogaritim vlerën e $P(x_1 < X < x_2)$.

Dimë se:

$$P(x_1 < X < x_2) = F(x_2) - F(x_1)$$

$$\text{Mirëpo } F(x_2) = \phi\left(\frac{x_2-a}{\sigma}\right) \quad \text{dhe} \quad F(x_1) = \phi\left(\frac{x_1-a}{\sigma}\right)$$

Kështu që marrim:

$$P(x_1 < X < x_2) = \phi\left(\frac{x_2 - a}{\sigma}\right) - \phi\left(\frac{x_1 - a}{\sigma}\right) \quad (3)$$

Zbatim: Rregulli i tre sigmave.

Në qoftë se madhësia X është normale dhe ka $E(X) = a$ dhe $V(X) = \sigma^2$ atëherë për çdo $k > 0$ kemi:

$$P(|X - a| \leq k\sigma) = P(-k\sigma \leq X - a \leq k\sigma) = P(a - k\sigma \leq X \leq k\sigma + a)$$

Pra:
$$P(|X - a| \leq k\sigma) = \phi(k) - \phi(-k) = 2\phi(k) - 1$$

sepse $x_2 = k\sigma + a$ dhe $x_1 = -k\sigma + a$.

Në veçanti gjejmë:

Për $k = 1$ kemi: $P(|X - a| \leq \sigma) = 2\phi(1) - 1 = 0,68268$

Për $k = 2$ kemi: $P(|X - a| \leq 2\sigma) = 2\phi(2) - 1 = 0,9544$

Për $k = 3$ kemi: $P(|X - a| \leq 3\sigma) = 2\phi(3) - 1 = 0,997$

Barazimi i fundit tregon se pothuajse është e sigurt se të gjitha vlerat e ndryshores X , me përjashtim ndoshta të një numri të fundmë, ndodhen në intervalin me gjatësi 3σ ; $[a - 3\sigma, a + 3\sigma]$. Ky përfundim përben rregullën e tre sigmave (3σ). Nga ky përfundim del se ngjarja $\{|X - a| > 3\sigma\}$ praktikisht është e pamundur. Grafikisht zbatimi i mësipërm paraqitet në Figurën 4.1.6.

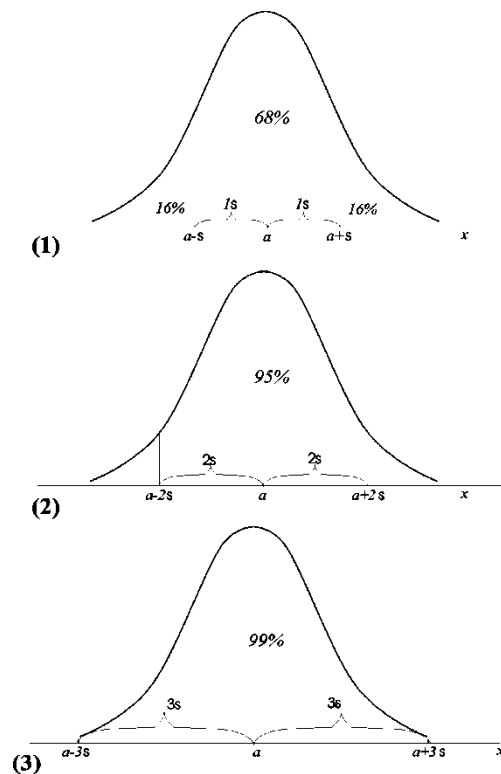


Figura 4.1.6: Ndarja e sipërfaqes nën lakoren normale

Vihet re se sipërfaqja e trapezit vijëpërkulur të kufizuar nga lakorja normale, me bazë segmentin $[a - 3\sigma, a + 3\sigma]$ dhe brinjë anësore pingulet e hequra në distancën 3σ nga pritja matematike në të dy anët e saj përbën 99% të sipërfaqes së përgjithshme.

Vërejtje: Tregohet se:

1. N.q.s. X është madhësi rasti normale, atëherë edhe madhësia $Y = aX + b$ është madhësi normale.

Pra funksioni linear i një madhësie normale është madhësi normale.

2. Kombinimi linear i fundëm i madhësive të pavarura normale është madhësi normale.

Pra n.q.s. $X_1, X_2, \dots, X_n$ janë normale të pavarura atëherë madhësia:

$$Y = k_1 X_1 + k_2 X_2 + \dots + k_n X_n$$

është normale.

1.2.4 (II) Shpërndarja normale standarde

Shpërndarja normale në të vërtetë është një familje e pafundme shpërndajesh normale, në të cilën çdo anëtar i familjes ndryshon (dallon) nga tjetri në bazë të vlerave të pritjes matematike a dhe devijimit standard σ që ai ka. Por të ndërtosh tabela të veçanta të sipërfaqeve nën çdo lakore normale të familjes së shpërndarjes normale është një detyrë e vështirë, e pamundur dhe jo praktike. Kuptohet se më mirë është të kemi një tabelë të sipërfaqeve e cila do të përdoret për të gjitha lakoret normale. Pra të tabelizojmë sipërfaqen

nën një lakore normale të vetme. Madje, meqë lakorja normale është simetrike në lidhje me pritjen matematikore $a = E(X)$, mjafton të tabelizojmë vetëm sipërfaqen që ndodhet në njërën anë të pritjes matematikore. Për këtë qëllim nevojitet një madhësi normale me anë të së cilës të shprehen të gjitha madhësitë normale. Një madhësi e tillë ekziston. Me të vërtetë:

Për këtë arsyetojmë në këtë mënyrë. E marrim se X është një madhësi normale çfarëdo me pritje matematikore $E(X) = a$ dhe variancë $V(X) = \sigma^2$. Le të jetë x një vlerë çfarëdo e madhësisë normale X . Distanca e vlerës x nga pritja matematikore e madhësisë X do të jetë:

$$x - a$$

E shprehim këtë distancë në njësitë e devijimit standard σ të madhësisë normale X dhe marrim:

$$\frac{x - a}{\sigma} = z \quad (z \text{ njësi } \sigma)$$

Vërejmë se kemi një korrespondencë biunivoke (një për një) ndërmjet vlerave z dhe x . Në këtë mënyrë përcaktohet madhësia e rastit (funksioni) Z e cila paraqitet me anë të barazimit:

$$Z = \frac{X - a}{\sigma} \quad (1)$$

ose

$$X = \sigma Z + a \quad (2)$$

Së pari: Madhësia Z është normale sepse ajo paraqitet si funksion linear i madhësisë normale X .

Së dyti: Pritja matematikore dhe dispersioni i madhësisë normale Z janë:

$$E(Z) = E\left(\frac{X - a}{\sigma}\right) = \frac{1}{\sigma} E(X - a) = \frac{1}{\sigma} \cdot 0 = 0$$

$$V(Z) = V\left(\frac{X - a}{\sigma}\right) = \frac{1}{\sigma^2} V(X - a) = \frac{1}{\sigma^2} \cdot \sigma^2 = 1$$

Përkufizim 1.3: Madhësia e rastit normale Z me pritje matematikore $a = 0$ dhe devijim standard $\sigma = 1$ quhet **madhësi normale standarde** ose **madhësi normale e normuar**.

Barazimi (2) shpreh lidhjen e çdo madhësie normale me madhësinë normale njësi ose standarde.

Zakonisht madhësia normale standarde ose *madhësia normale njësi*, siç quhet shpeshherë shënohet me germën Z .

Simbolikisht shënohet $Z \sim N(0,1)$. Grafiku i saj quhet *kurbë normale standarde* ose *kurbë normale njësi* dhe tregohet në Figurën 4.1.7.

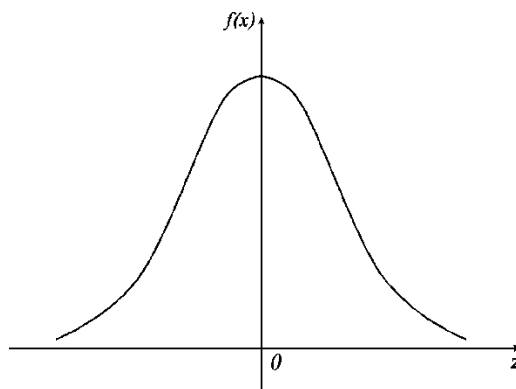


Figura 4.1.7: Kurba normale standarde

Densiteti i madhësisë normale standarde Z merret nga densiteti normal i madhësisë normale X duke zëvendësuar $\frac{x-a}{\sigma} = z$ ose duke zëvendësuar $a = 0$ dhe $\sigma = 1$. Kështu ekuacioni i funksionit të densitetit normal standard apo njësi është:

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} \quad \text{për} \quad -\infty < z < +\infty$$

Ndërsa funksioni i shpërndarjes i madhësisë normale standarde apo njësi do të jetë:

$$F(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t e^{-\frac{z^2}{2}} dz = \Phi(t) \quad (\text{funksioni i Laplasit})$$

Përkufizim 1.4: Shpërndarja e madhësisë normale standarde quhet shpërndarje normale standarde ose shpërndarje normale njësi.

Shpërndarja normale njësi është anëtar i më i rëndësishëm i familjes normale pasi lakorja normale standarde, që paraqet këtë shpërndarje, shërben për të lidhur sipërfaqen nën këtë lakore me sipërfaqen që ndodhet nën çdo lakore normale. Kështu që mjafton të tabelizojmë vetëm gjysmën e sipërfaqes që ndodhet nën lakoren normale standarde. Pra të ndërtojmë një tabelë të vetme e cila do të përmbajë vlerat e gjysmës së sipërfaqes që ndodhet nën lakoren normale njësi.

Janë ndërtuar tabela të cilat japin masën e sipërfaqes që ndodhet mbi intervalin e formës $[0, z]$, $(-\infty, z)$ ose $(z, +\infty)$ dhe të kufizuar nga lart nga kurba normale standarde. Dihet se masat e këtyre sipërfaqeve janë të barabarta me probabilitetin që madhësia normale standarde Z të marrë vlera në këto intervale. Pra tabelat na japin vlerën e $P(0 < Z < z)$, $P(Z < z)$ ose $P(Z > z)$.

Lidhja ndërmjet sipërfaqeve që ndodhen nën çdo kurbë normale me sipërfaqet korresponduese nën lakoren normale standarde, domethënë, lidhja ndërmjet probabilitetit $P(x_1 < X < x_2)$ me probabilitetin $P(z_1 < Z < z_2)$ shpjegohet përmes kësaj teoreme:

Teoremë 1.3: Në qoftë se $X = \sigma Z + a$ është madhësi rasti normale me $E(X) = a$ dhe $V(X) = \sigma^2$ atëherë:

$$P(x_1 < X < x_2) = P(z_1 < Z < z_2)$$

$$P(x_1 < X) = P(z_1 < Z)$$

$$P(X < x_2) = P(Z < z_2)$$

Vërtetim: Nga madhësia $X = \sigma Z + a$ duket lehtë se kur X merr vlerën x atëherë madhësia normale Z do të marrë vlerën korresponduese $z = \frac{x-a}{\sigma}$. Prandaj, në qoftë se X merr vlera në intervalin (x_1, x_2) atëherë madhësia e rastit Z do marrë vlera në intervalin korrespondues (z_1, z_2) , ku $z_1 = \frac{x_1-a}{\sigma}$ dhe $z_2 = \frac{x_2-a}{\sigma}$. Kështu që mund të shkruajmë:

$$\begin{aligned} P(x_1 < X < x_2) &= \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{x_1}^{x_2} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} dx = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{z_1}^{z_2} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = \\ &= \int_{z_1}^{z_2} f(z; 0, 1) dz = P(z_1 < Z < z_2) \end{aligned}$$

Por

$$P(z_1 < Z < z_2) = \phi(z_2) - \phi(z_1) = \phi\left(\frac{x_2-a}{\sigma}\right) - \phi\left(\frac{x_1-a}{\sigma}\right)$$

Kështu që:

$$P(x_1 < X < x_2) = \phi\left(\frac{x_2-a}{\sigma}\right) - \phi\left(\frac{x_1-a}{\sigma}\right)$$

ku $\phi(z)$ është funksion i Laplasit ose funksioni i shpërndarjes i madhësisë normale standarde Z i cili është i tabelizuar. Pra arrijmë në të njëjtin përfundim me rastin e parë.

Shpërndarja normale e madhësisë X dhe shpërndarja normale standarde e madhësisë Z , janë paraqitur në Figurën 4.1.8.

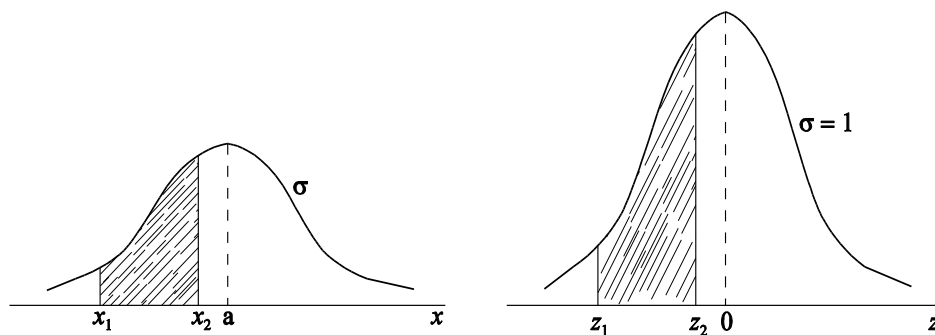


Figura 4.1.8: Shpërndarja normale e madhësisë X dhe Z

Sipërfaqet e ngjyrosura paraqesin përkatësisht $P(x_1 < X < x_2)$ dhe $P(z_1 < Z < z_2)$ të cilat janë të barabarta midis tyre.

SHTOJCA 2

Softuer i DIgSILENT POWER FACTORY SOFTWARE

Softueri i DIgSILENT PowerFactory është zgjidhja shumë e mirë ekonomike, pasi që me këtë softuer trajtimi i të dhënave, modelimi, aftësitë dhe funksionaliteti i tërësishëm, zëvendësojnë një seri të tërë të sistemeve tjera softuerike, duke minimizuar kështu kostot e ekzekutimit të projektit dhe kërkesave për trajnime. Zgjidhja e tillë, ku përfshihen shumë aplikacione të nevojshme në një softuer, mundëson rrjedhë të punës me një optimizim shumë të lartë. Softueri DIgSILENT PowerFactory është i lehtë për t'u përdorur dhe është i përshtatshëm për të gjitha analizat standarde të sistemit energjetik, duke përfshirë edhe aplikacionet e larta në teknologjitë e reja, si për shembull energjia nga era, uji, dielli etj. Si dhe trajtimi i sistemeve shumë të mëdha energjetike. Përpos zgjidhjeve që ofron ky softuer si i vetëm, ka mundësi të integrohet lehtë në standardet e sistemeve të hapura mbështetëse si GIS, DMS dhe EMS.

Funksionet bazike të Power Factory janë

1. Analiza e rrjedhës së fuqisë

Në kuadër të fushës së analizës së rrjedhës së ngarkesës, është e mundur të bëhet përfaqësim i saktë i disa llojeve të konfiguracioneve të rrjetit dhe komponentëve të sistemit energjetik.

Softueri DIgSILENT PowerFactory ofron një përzgjedhje të metodave të kalkulimit, duke përfshirë edhe teknikën e plotë AC Newton-Raphson (e balancuar dhe e pabalancuar) si dhe metodën lineare DC. Teknika e zgjeruar jo e ndarë që ofron zgjidhja e Newton-Raphson me përsëritje të mospërputhjes së rrymës apo fuqisë, kryesisht krijon defekte nën 1 kVA për të gjitha zbarat. Algoritmet e implementuara shfaqin stabilitet dhe konvergjencë të shkëlqyer. Edhe pse në disa nivele ka shumë përsëritje të kalkulimit, prapë se prapë softveri garanton konvergjencë në të gjitha kushtet. Rrjedha e ngarkesës së rrymës njëkahore (DC), që jep zgjidhje për rrjedhat e energjisë aktive dhe këndeve të tensionit, është jashtëzakonisht e shpejtë dhe e fuqishme (sistemi linear dhe nuk kërkojnë përsëritjet gjatë llogaritjes).

Secili kombinim i sistemeve të përziera njëfazore, dy dhe trefazore të rrymës alternative(AC) apo edhe sistemeve të rrymës njëkahore (DC), mund të përfaqësohen dhe të zgjidhen në të njëjtën kohë, nga sistemet e transmisionit të tensionit të lartë (HV), deri poshtë tek ngarkesat e fundit dhe ato industriale në nivelet e tensionit të ulët (LV). Gjithashtu, përçuesit neutral mund të modelohen në mënyrë shumë të qartë.

Pajisja e rrjedhës së ngarkesës përfaqëson në mënyrë të saktë ngarkesat e disbalancuara, gjenerimin, rrjetet me potenciale neutrale, sistemet HVDC, ngarkesat DC, ngasjet e rregullueshme të shpejtësisë, pajisjet SVS dhe FACTS, etj., për të gjitha nivelet e

tensionit të rrymës alternative (AC) dhe asaj njëkahore (DC). Softueri DIgSILENT PowerFactory ofron një teknikë të re për modelim, intuitive dhe e lehtë për përdorim, e cila mënjanon definimin e llojeve të zbarave siç janë SL, PV, PQ, PI, AS, etj. Softueri PowerFactory thjeshtë ofron mekanizma komandues dhe karakteristika të pajisjeve të cilat mund të gjenden në realitet.

Veti tjera të analizës së rrjedhës së ngarkesës

- Merr parasysh limitet e fuqisë reaktive: modeli i detajuar për lakoret e aftësisë gjeneruese MVar (duke përfshirë edhe varësinë nga tensioni).
- Karakteristikat për kontrollim praktik të tipit stacionar për rregullim të tensionit dhe të gjenerimit të fuqisë reaktive me komandim nga vendi apo distanca
- Fuqia reaktive rregullohet automatikisht për të mundësuar që prodhimi nga gjeneratori të mbetet brenda limiteve të veta të mundësisë. Karakteristikat e pajisjeve ndihmëse, siç janë ngarkesat me varësi nga tensioni dhe makinat asinkrone me varësi nga ngopja dhe rrëshqitja, etj.
- Transformuesi OLTC në gjendje për të kontrolluar tensionet e zbarave, nga vendi apo nga distanca, pastaj rrjedhat e fuqisë reaktive dhe kompensimi nga rënia e tensionit (LDC) brenda sistemeve të shpërndarjes. Modeli i transformatorëve special për transformatorët paralel. Metodat diskrete dhe kontinuale për mbështetje të rregullimit të lidhjes së transformatorëve.
- Pajisjet kontrolluese për shkarkuesit, makinat asinkrone me furnizim të dyfishtë dhe elementet tjera elektronike siç janë konvertuesit vet-këmbyes (VSC), konvertorët tiristoret/diodat apo pajisjet e integruara FACTS.
- Mekanizmat për komandim nga vendi dhe nga distanca për SVC. Komandimi automatik dhe kontinual i TCR-së dhe TSC-së kryhet brenda shkallës së komponenteve për të mbajtur tensionin në vlerën e caktuar.
- Mbështetja e modelit virtual të termocentralit të gjenerimit bazuar në algoritmet e duhura.
- Shkallëzimi i ngarkesës së daljes për të kontrolluar rrjedhën e fuqisë në pikën hyrëse duke përfshirë edhe daljet paralele.
- Mbështetja e plotë për secilin parametër karakteristik dhe shkallëzimin e ngarkesës që lejon studime parametrike apo edhe definim të lehtë të skenarëve për ngarkesa apo profile të ngarkesave.
- Të gjitha të dhënat operative (modelet e gjenerimit dhe kërkesës, pozicionet e ndërprerësit, etj) mund të ruhen dhe të mirëmbahen në skenarët e veçantë operacional.

Funksionet e tjera të veçanta

- Analiza e kushteve të kontrollimit të sistemit
- Konsiderimi i pajisjeve mbrojtëse
- Përcaktimi i 'Fuqisë në Rrezik'
- Kalkulimi i ndryshimisë së rrjedhës së ngarkesës. Vlerësimi i rrjedhës së pritur të fuqisë aktive/reaktive dhe ndryshimet e tensionit në rrjet varësisht nga efektet e shkaktuara nga kërkesa/gjenerimi, apo nga ndryshimet në lidhjen transformatorike.

-
- Përkrahja e skripteve DPL; p.sh. për të kryer balancim të ngarkesës, përcaktim të faktorëve apo parametrave tjerë të kërkuar.

Rezultatet e rrjedhës së ngarkesës

- Kalkulimi implicit i një numri të madh të variablave nga rezultatet individuale dhe shifrat përmbledhëse
- Paraqitja e secilës variabël brenda një diagrami të skemës njëpolare, si dhe paraqitja tabelare në mënyrë felksibile dhe me ngjyra të ndryshme për diagramin e skemës njëpolare duke mundësuar vizualizim të sasive siç janë nivelet e ngarkesës së kalkuluar apo edhe nivelet e tensionit
- Raportim i detajuar mbi analizat e kryera, ku mund të listohen të gjitha elementet e sistemit të mbingarkuar, tensionet e papranueshme të zbarave, komponentet jashtë funksionit, nivelet e tensionit, përmbledhjet mbi fushat tjera të rëndësishme, dhe më shumë funksione të tilla
- Informacion i nxjerrë në formë teksti i detajuar me filtra dhe nivelet e definuara paraprakisht apo të definuara nga përdoruesi në kohën e nxjerrjes së informacionit të tillë tekstual
- Eksportim i rezultateve tek aplikacionet e tjera softuerike si p.sh. në MS-EXCEL

Analiza e lidhjeve të shkurtëra

- Vetitë e softuerit DIgSILENT PowerFactory mundësojnë kalkulim të lidhjeve të shkurtëra në funksionalitet, bazuar në standardet ndërkombëtare si edhe në metodën më të saktë të quajtur DIgSILENT General Fault Analysis (GFA).
- Vetitë dhe opsionet në vijim mbështeten nga të gjitha metodat e implementuara për analizim të defekteve:
- Kalkulimi i niveleve të prishjeve (defektit) në të gjitha zbarat.
- Kalkulimi i lidhjeve të shkurtra në një zbarë të përzgjedhur apo përgjatë një seksioni të definuar të linjave apo edhe kablllove, duke përfshirë të gjitha pjesët e degëzuara si edhe tensionin në zbara.
- Kalkulimi i të gjitha komponenteve simetrike dhe zbarave.
- Impedanca e lidhjes së shkurtë e definuar nga përdoruesi
- Dispozita e grafikoneve të dizajnuara në mënyrë të veçantë dhe diagrameve sipas kërkesave të inxhinierit të mbrojtjes
- Ngarkesat termike të hijezuara në skemë njëpolëshe për zbara dhe kablo, me të gjitha ngarkesat e pajisjeve, që mund të nxirret edhe si raport përmbledhës tekstual
- Kalkulimi i impedancave të Tevenenit ashtu siç shihet nga pika e lidhjes së shkurtë
- Kalkulimi i impedancave fazore të dukshme në cilindo vend përgjatë linjave të transmisionit apo zbarave, për të gjitha degët,

Standardet mbështetëse

- PowerFactory ofron një implementim strikt dhe komplet të standardeve që përdoren më së shpeshti për komponentet dizajnuese kudo në botë; IEC 60909 dhe VDE

0102/0103 standardi i kalkulimit të defektit, sipas versioneve më të fundit të publikuara.

- Kalkulimi i rrymës fillestare simetrike të pikut I_k dhe fuqisë së lidhjes së shkurtër S_k , lidhjes së shkurtër të pikut I_p , rrymës simetrike të lidhjes së shkurtër ndërprerëse I_b , dhe rrymës termike ekuivalente I_{th} (IEC 60909-0 2001). Rryma minimale dhe maksimale e lidhjes së shkurtër mund të kalkulohet edhe bazuar në faktorët-c të tensionit të rrjetit
- Mbështetje për të gjitha llojet e prishjeve-defekteve (trefazore, dyfazor me tokë, njëfazore me tokë)
- Kalkulimi i I_k me mundësinë e selektimit të “Decaying Aperiodic Component (Komponenta e prishjes joperiodike)”
- Metoda e selektueshme për kalkulimin e rrymës së lidhjes së shkurtër të pikut në rrjetet e ndërthurura
- Impedanca e lidhjes së shkurtër e definuar nga përdoruesi, temperatura e përçuesit dhe faktori-c i tensionit.
- Kalkulimi i lidhjeve të shkurtëra e ka opsionin që ta përfshijë apo edhe ta largojë pjesën e motorit që kontribuon në rrymën e lidhjeve të shkurtëra

PowerFactory mundëson implementim të plotë të standardit IEEE 141/ANSI e37.5 për kalkulim të rrymave të shkurtëra sipas versionit më të fundit të publikuar. Vetitë e veçanta janë: Pozicionet e rregullatorit të transformatorit mund të përfshihen në llogaritjen e rrymës gjatë prishjeve. Impedanca e lidhjes së shkurtër tensioni para lidhjes së shkurtër mund të përfshihen në kalkulimin e rrymave të lidhjes së shkurtër

Metoda komplete/Lidhjet e shkurtëra të shumëfishta

- Metoda komplete e DIGSILENT PowerFactory është e dizajnuar në veçanti për qëllime të koordinimit të mbrojtjes apo për analizimin e kontingjencave të observuara në sistem. Kjo metodë gjithashtu ofron algoritmet e nevojshme dhe saktësinë për përcaktimin e rrymës së “vërtetë” apo “operacionale” të lidhjes së shkurtër pa i marrë parasysh thjeshtësitë apo supozimet e bëra në mënyrë tipike në analizën standarde të defekteve.
- Përpos modelit me saktësi të lartë të rrjetit, gjithashtu mund të analizohen edhe lidhjet e shkurtra të shumëfishta, të cilat shfaqen në sistem në të njëjtën kohë, apo të pazakonta
- Analiza e lidhjeve të shkurtra të shumëfishta mundëson të bëhet në të vërtetë një analizë komplete e rrjetit, mbi bazën e paraqitjeve nënkallimtare dhe kallimtare të makinave elektrike, duke marrë parasysh të gjitha pajisjet e specifikuara të rrjetit me përfaqësimin e tyre të plotë dhe kushtet e ngarkesës para defektit.
- Kombinimi me parimet IEC60909 për kalkulimin e komponenteve joperiodike dhe rrymave të lidhjes së shkurtër në moment pikë
- Kalkulimi i rrymave ndërprerëse të pikut dhe të RMS
- Analizimi i përfaqësimit komplet të sistemit me shumë përçues, e aplikueshme në rrjetet njëfazore apo dyfazore.
- Analiza e kushteve të lidhjeve të shkurtra të shumëfishta

-
- Kalkulimi i kushteve të lidhjeve të shkurtra asimetrike, të shumëfishta, me apo pa impedancë të lidhjes së shkurtër, duke përfshirë ndërprerjet në linjat njëfazore apo dyfazore.

Rezultatet e analizës së defekteve (të gjitha Metodot)

- PowerFactory ofron shumë opsione të raportimit, duke përfshirë edhe raportimin e detajuar për të gjitha lidhjet e shkurtra në të gjitha nivelet e lidhjes së shkurtër, apo si alternativë, mund të ofrojë edhe raport specifik për një lloj të veçantë të lidhjes së shkurtër. Gjithashtu mund të krijohen raporte të veçanta mbi mbrojtjen ku në këto raporte mund të përfshihen edhe informatat rreth impedancës, rrymës dhe tensionit.
- Paraqitja e variablave brenda grafikut të skemës njëpolare, diagramit stacionar dhe faqes fleksibile të të dhënave (Flexible Data Page)
- Mekanizma filtrues tërësisht fleksibil për paraqitjen e objekteve në formatin me ngjyra
- Raportimi i detajuar mbi analizat e bëra, në të cilën mund të listohen elementet e mbingarkesave në sistem, tensionet e papranueshme në zbara, ishujt në sistem, komponentet jashtë punës, nivelet e tensionit, përmbledhjet rreth fushave, dhe shumë pika tjera
- Gjenerim (raport) i detajuar tekstual me filterat dhe nivelet e definuara paraprakisht apo të definuara nga përdoruesi.
- Ndërfaqje (Interaktivitet) DPL me të gjitha rezultatet
- Eksportim i rezultateve në aplikacionet tjera softuerike si MS-EXCEL ose MS-ACCESS.

2. Reduktimi në Rrjetë

Aplikacioni për reduktimet në rrjet është një projekt ku rrjeti specifik duhet të analizohet por nuk mund të studiohet në formë të pavarur nga rrjeti fqinj, i cili posedon nivel të njëjtë apo më të lartë ose më të ulët të tensionit. Në këtë rast, një opsion është që të bëhet modelimi në detaje i të dyja rrjeteve për të mundësuar kalkulimin. Por, megjithatë, mund të ketë situata kur nuk është e dëshirueshme të kryhen studime me model komplet; për shembull, në rastet kur koha e kalkulimit do të zgjatej së tepërmi, apo kur të dhënat e rrjetit fqinj janë konfidenciale. Në rastet e tilla është praktikë e mirë që të mundësohet përfaqësimi i rrjetit fqinj i cili përmbanë pikat e ndërveprimit (interface) (pikat konektuese), të cilat mund të konektohen përmes impedancave ekuivalente dhe burimeve të tensionit.

Objektiv i reduktimit në rrjet është kalkulimi i parametrave të ekuivalentit të AC së reduktuar të një pjese të rrjetit, ashtu siç definohet përmes kufirit. Ky kufi duhet ta ndajë në tërësi rrjetin në dy pjesë. Rrjeti ekuivalent vlen si për kalkulimin e rrjedhës së ngarkesës ashtu edhe për lidhjen e shkurtër. Si rrjedhojë e kësaj, si opsion mund të krijohet variacioni i modelit në databazën e PowerFactory, ku ajo pjesë e rrjetit e cila është reduktuar zëvendësohet me ekuivalentin.

Vetitë e përgjithshme:

- Definim fleksibil dhe mirëmbajtje e kufijve të rrjetit. Karakteristika të ndryshme siç janë ngjyrat e kufijve dhe kontrollimet topologjike
- Reduktimi në rrjet mund të kalkulohet në secilin kufi të mirëfilltë
- Përkrah ekuivalentimin e rrjetit për rrymat kalimtare gjatë lidhjes së shkurtër, nënkallimtare, të krijuara në pik dhe të ndërprera në pik
- Rrjeti i reduktuar mund të krijohet në një variacion të rrjetit. Kjo mundëson që të bëhet krahasim i thjeshtë dhe shkëmbim mes rasteve të reduktuara dhe jo të reduktuara.
- Algoritmet e reduktimit të bazuara në qasjen e ndjeshmërisë, d.m.th. rrjeti i reduktuar përshatet për pikën operative të rrymës si edhe për ndjeshmëritë e rrjetit.
- Vetitë e verifikimit implicit të rezultateve

3. Analiza e stabilitetit të tensionit

Lakoret PV

PowerFactory mbështet kalkulimin e lakoreve PV duke aplikuar skriptet e veçanta, të cilat bëjnë kalkulimin e variacioneve të tensionit kundrejt:

- Variacionit të ngarkesës në zonën e selektuar
- Zhvendosjen e ngarkesës përgjatë kufijve (duke e mbajtur ngarkesën totale konstante)
- Zhvendosje e gjeneratorit përgjatë kufijve (duke e mbajtur ngarkesën totale konstante)
- Lakoret PV mund të kalkulojnë për një set të përzgjedhur të kontingjencave. Diagramet krijohen automatikisht.

Analiza Q-V

Për analizimin e rezervës së kërkuar të fuqisë reaktive në zbarat individuale, PowerFactory ofron skripte për kalkulimin e lakoreve Q-V.

Ndjeshmëritë e rrjedhës së ngarkesës

Mundësia e analizës të stabilitetit të tensionit është vegël në kuadër të Analizës së Ndjeshmërisë të cilën e ofron PowerFactory. Kjo shpesh kërkohet jo vetëm për të ditur mbi pikën kritike të sistemit, por edhe si kjo pikë kritike ndikohet nga ndryshimet në kushtet e sistemit. Kjo vegël e Analizës së Ndjeshmërisë në kuadër të PowerFactory, kryen kalkulimin e stabilitetit të tensionit sipas këtyre opsioneve:

Ndjeshmëria në një zbarë (kalkulimi i ndjeshmërive të tensionit të të gjitha zbarave dhe ndjeshmëritë e rrjedhës nëpër degë, sipas variacioneve në fuqi (ΔP dhe ΔQ) në zbarën e përzgjedhur).

Opsioni për kalkulimin e ndjeshmërive në të gjitha zbarat në të njëjtën kohë.

4. Analiza e kontingjencës

Vegla e re e analizës së kontingjencës në DIGSILENT PowerFactory është dizajnuar për të ofruar një shkallë të lartë të fleksibilitetit në konfigurim, metodat e kalkulimit dhe opsionet e raportimit. Analizat e kontingjencës të rrymës njëfazore por edhe shumëfazore, po

ashtu mund të bëhen dhe në të dyja këto raste kur ofrohet mundësia e krijimit të kontingjencës në formë automatike apo e definuar nga përdoruesi, bazuar në ngjarjet, dhe gjithashtu vlerësimi i shkallëve termike (afatshkurtra) dhe konstantat e kohës së kontrolluesit.

Opsionet e kalkulimit për Analizat e Kontingjencës:

Mbështetja e tri metodave të kalkulimit:

- kalkulimi i rrjedhës së ngarkesës së rrymës alternative (AC)
- kalkulimi i rrjedhës së ngarkesës së rrymës njëkahore (DC)
- Kalkulimi i kombinuar DC/AC; pra, kalkulimi i plotë i ngarkesës DC dhe rikalkulimi automatik i kontingjencave kritike përmes rrjedhës së ngarkesës AC
- Kalkulimet njëfazore dhe shumëfazore të periodës kohore. Analiza e kontingjencës në kohë shumëfazore lehtëson ndërmarrjen e veprimeve pas defektit brenda një periudhe të veçantë kohore.
- Kalkulimi i efektivitetit të gjeneratorit dhe efektivitetit të lidhjes transformatorike (quad booster):

Kjo karakteristikë e kalkulimit i ndihmon planifikuesit që të definojë masat e duhura për komponentet nën mbi-tension në rastet kritike të kontingjencës. Gjatë analizës së kontingjencës, vlerësohet edhe ndikimi i mundshëm i ri-dispeqimit të gjeneratorit apo ndryshimeve në lidhjen transformatorike në linjat me tension shumë të lartë. Nga këto analiza mund të nxirren edhe raportet përkatëse ku paraqitet efektiviteti i gjeneratorit dhe lidhjes transformatorike sipas rasteve të caktuara.

Performansë e fundit përmes llogaritjes së rrjetit: Mundësia për të kryer kalkulimin e analizës së kontingjencës në formë paralele (në makinat me shumë bërthama apo edhe në PC-të e grupuara)

Menaxhimi i kontingjencave/Rastet e defekteve:

Definimi i lehtë i kontingjencave (zbarat n-1, n-2, n-k,) si ‘raste të defekteve’ duke mbështetur kështu rastet e definuara nga përdoruesi për të modeluar veprimet pas shfaqjes së defekteve (ri-kyçja, ri-dispeqimi, rregullimi i lidhjes transformatorike, reduktimet (load shedding)). Grupimi i ‘rasteve të defekteve’ ka mundësi të vendoset në ‘grupet e defekteve’ për menaxhim efikas të shënimeve. Janë përcaktuar libraritë speciale operative për të menaxhuar ‘rastet e defekteve’ dhe ‘grupet e defekteve’ për ripërdorim në të ardhmen. Krijimi automatik i rasteve të kontingjencës bazohet në Rastet e Defekteve, duke e marrë parasysh topologjinë e rrjetit.

Menaxhimi i dosjes së rezultateve:

Ka mundësi të bëhet regjistrimi i rezultateve në dosje në të cilën ekziston qasja për çfarëdo lloj eksporti mirëpo edhe përpunimi i mëvonshëm, varësisht nga kërkesat specifike të klientit.

Listat monitoruese definoohen nga përdoruesi për regjistrimin e rezultateve; përzgjedhjen e komponenteve individuale, klasat e komponenteve dhe variablat e tyre të ndërlidhura, të cilat do të regjistrohen. Në çdo rezultat për kalkulimin standard të rrjedhës së ngarkesës, ka qasje edhe gjatë analizës së kontingjencës.

Po ashtu mund të menaxhohen edhe limitet e definuara nga përdoruesi për regjistrimin e rezultateve (ngarkesat termike, limitet e tensionit dhe ndryshimi në tensionin dalës)

Raportet:

Në dispozicion është edhe një gamë e gjerë e raporteve standarde, duke dhënë paraqitje më të lehtë të tyre në formë përmbledhëse apo edhe prezantimin e rezultateve për secilën kontingjencë:

Raporti i Ngarkesave Maksimale

Raportet e mbingarkesave (sipas rastit)

Raporti i niveleve të tensionit

Raporti përkeqësimit të tensioneve (sipas rastit)

Raporti i efektivitetit të gjeneratorit dhe lidhjes transformatorike

Karakteristikat e tjera kyçe:

Gjurmimi i pajisjes: përdorimi i funksionit të ri të ‘gjurmimi-trace’ për të ndërhyrë përgjatë ndodhive në kontingjencë derisa rezultatet e azhurnuara shikohen në grafikun e skemës njëpolare

Mbështetja e shkallëve nominale të komponenteve bazuar në ngarkesën para defektit dhe kohën pas defektit

Seti i veglave “analizat e kontingjencës” për konfigurim të lehtë, kalkulim dhe raportim.

5. Kalkulimi i parametrave të largpërçuesit dhe linjave kabllorike

DIGSILENT PowerFactory inkorporon në vete kalkulimin automatik të parametrave elektrik të çfarëdo konfigurimi të linjave kabllor apo largpërçueseve, duke filluar nga shtrirja dhe karakteristikat gjeometrike të cilat janë kryesisht në dispozicion në specifikimet e prodhuesit. Kalkulimi është i zbatueshëm për një rang të gjërë të frekuencave dhe e përkrah step-up procesin për një saktësi të madhe të linjave dhe kabllorëve. Opsionet mbështetëse janë përshkruar më poshtë:

Kalkulimi i parametrave të largpërçuesit

Çfarëdo kombinimi i qarqeve të linjave (1-, 2- dhe 3-fazore), përçuesit neutral dhe përçuesit e tokëzimit, me/pa reduktim automatik të përçueseve të tokëzimit.

Definimi fleksibil i llojeve të shtyllave, duke përfshirë edhe përkuljen e përçuesit, mundëson një kombinim të shumëfishtë të shtyllave dhe llojeve të përçuesit, e cila gjithë eviton futjen e shënimeve të tepërta.

Nga aspekti i qarqeve, mundësohet transpozim simetrik dhe perfekt si dhe përcaktim fazor nga përdoruesi për definimin e çfarëdo skeme të transpozimit jo-standard. Llojet e ndryshme të përçuesve përfshijnë edhe nën-përçuesit për qarqet fazore dhe përçuesit e tokëzimit.

Kalkulimi përfshin edhe efektin sipërfaqësor (skin effect).

Paraqiten edhe impedancat ekuivalente dhe matricat e pranimit në komponentet natyrale, të reduktuara dhe simetrike

Kalkulimi i parametrave të kablllove

Ky kalkulim përfshinë: sistemet e kablllove të ndryshme, definimin fleksibil të shtrirjes së kablllove, duke përfshirë përcuesit, gjysmëpërcuesit dhe izolatorët. Marrjet parasysht të efektit sipërfaqësor, e po ashtu edhe kalkulimin e impedancës dhe pranimeve në komponentet natyrale, të reduktuara dhe simetrike, përfshirë lidhjen e shkurtër.

Analiza e rrjetit të shpërndarjes

Analiza e daljeve

Pjesët (plots) e daljeve: karakteristika e paraqitjes grafike (instrumenti virtual, VI) për të rritur transparencën në ngarkesën e rrjetit dhe analizën e profilit të tensionit përgjatë daljes. Variablat e rezultateve të paraqitura mund të konfigurohen me lehtësi. Interaktiviteti i plotë sigurohet duke u qasur në të gjitha shënimet relevante të komponenteve të cilat i takojnë daljes.

Vizualizimi skematik i daljes: Gjenerimi automatik i diagramit të skemës njëpolare për të vizualizuar komponentet e daljes me pamje nga distanca/indeksi.

Shkallëzimi i ngarkesës së daljes: Kalkulimi i rrjedhës së ngarkesës i cili mundëson rregullim automatik të ngarkesave në zbarë për t'u përshtatur me ngarkesën e specifikuar totale në dalje. Selektimi i ngarkesave të cilat do të marrin pjesë në procedurën e shkallëzimit të daljes bëhet nga ana e përdoruesit. Kjo metodë mundëson skenarët e shkallëzimit kompleks me dalje të ndërthurura dhe ato paralele.

Analiza e rrjetit të tensionit të ulët

Power Factory mundëson integrimin e karakteristikave të shtuara të dizajnuara enkas për analizimin e rrjeteve të tensionit të ulët. Këto funksione i mundësojnë përdoruesit që të:

- vlerësojë diversitetin e ngarkesës
- të kryejë analizën e rrjedhës së ngarkesës e cila e merr parasysht diversitetin e ngarkesës për kalkulimin maksimal të rënieve të tensionit dhe rrymës maksimale të degës
- të kryejë optimizimin e rforcimit të kablllove qoftë për të rforcuar automatikisht kabllot e selektuara apo për të ofruar një raport të rekomandimeve
- Të kryejë rënien e tensionit dhe analizën e ngarkesës së kablllos
- Të kryejë kalkulimet statistikore të rrymave neutrale të shkaktuara nga ngarkesa e pabalancuar njëfazore dhe diversiteti i ngarkesës, për të paraqitur kështu një rrjet real

Modelimi stokastik i ngarkesës

Mbi bazën e definuar 'njësi të konsumatorit', përdoruesi mund të specifikojë një numër të konsumatorëve të lidhur në një linjë. Opsionet e rrjedhës së ngarkesës ofrohen për të definuar ngarkesën për njësi të konsumatorit, sipas:

- Fuqisë për njësi të konsumatorit
- Faktorit të fuqisë
- Faktorit të koincidencës për një numër infinit të ngarkesave (d.m.th. 'faktori i njëkohshmërisë')

Pos kësaj, përdoruesi mund të selektojë njërën prej dy metodave për vlerësimin e natyrës stokastike të ngarkesave:

-
- Vlerësimi stokastik (qasja teorike, gjithashtu e aplikueshme në rrjetet e ndërthurura)
 - Vlerësimi i rrymës maksimale (aplikimi i rregullave stokastike për vlerësimin e rrjedhës maksimale të degës dhe rënieve të tensionit maksimal)
 - Rrjedha e ngarkesës me modelimin stokastik të ngarkesës mundëson rrymën maksimale për secilën komponentë të degës, rënie maksimale dhe minimale të tensionit në çdo zbarë.
 - Variablat e zakonshme për rrymat dhe tensionet në këtë rast paraqesin vlerat mesatare të tensioneve dhe rrymave.
 - Humbjet kalkulohen bazuar në vlerat mesatare; qarku i ngarkesës maksimale llogaritet duke përdorur rrymat maksimale.

Optimizimi i përforcimit të kablllove

- Optimizimi i përforcimit të kablllove përmes Power Factory mundëson përcaktimin e opsionit më efektiv nga aspekti i kostos për ripërtëritjen e kablllove të mbingarkuara. Objektivi i këtij funksioni është minimizimi i kostove vjetore për linjat përforcuese (pra, investimi, kostot operative dhe tarifat e sigurimit). Pengesat për optimizim janë brezi i lejueshëm i tensionit dhe limitet e ngarkesës së kablllove për rrjetin e planifikuar.
- Optimizimi përgjatë daljes së definuar
- Libraria e definuar nga përdoruesi rreth kablllove dhe largpërçuesve në dispozicion dhe tipet e tyre, si edhe kostot që mund të përdoren për përforcim

Vlerësimi i:

- Limitet e lejueshme të brezit të tensionit
- Limiti i rënies së tensionit maksimal në fund të daljes
- Mbingarkesa maksimale e lejueshme e kablllove dhe largpërçuesve
- Kontrollimet e ndryshme të besueshmërisë për zgjidhjen përfundimtare
- Rezultatet e kalkuluara: raport mbi tipet e reja të rekomanduara të kablllove dhe largpërçuesve për linjat, si dhe vlerësimi i kostove për ripërtëritjet e rekomanduara
- Forma e raportit për propozimin e ndryshimeve të tipeve të kablllove ose largpërçuesve apo zëvendësimin automatik të tipit

Veglat e daljes

The PowerFactory Feeder Tools përbëhet nga një set i veglave për sistemet radiale për ndryshim të niveleve të tensionit, teknologjisë së fazave apo për të optimizuar fazën nga një pikë e veçantë teposhtë.

Ndryshimi automatik i nivelit të tensionit apo edhe teknologjisë së fazave brenda një daljeje të definuar paraprakisht.

Zëvendësimi automatik i shënimeve mbi tipin (për transformatorët, linjat, ngarkesat dhe motorët) sipas tabelave të tipeve të konfiguara paraprakisht – duke përfshirë krijimin automatik të tipeve të reja kompatible, nëse është e domosdoshme.

Balancimi automatik i daljeve asisoji që pabalancimet e tensionit në terminale (në pjesët fundore) minimizohen.

Funksionet e avancuara janë:

- Funksionet e mbrojtjes
- Optimizimi i rrjetit të shpërndarjes
- Funksionet e analizës së harmonikëve
- Rrjedha optimale e fuqisë
- Analizat e besueshmërisë
- Vlerësimi i gjendjes

KAPITULLI 5

TEKNOLOGJITË E MENÇURA PËR MONITORIMIN DHE PARASHIKIMIN E NGARKESAVE ELEKTRIKE

5.1 HYRJE

Modelet e sakta për parashikimin e ngarkesës elektrike janë thelbësore për operimin dhe planifikimin e një kompanie. Parashikimi i ngarkesës ndihmon që një ndërmarrje, e cila kryen shërbime elektrike, të marrë vendime të rëndësishme në blerjen dhe gjenerimin e energjisë elektrike, mbulimin e konsumit – ngarkesës dhe planifikimin e zhvillimit të infrastrukturës energjetike. Parashikimet e ngarkesës janë shumë të rëndësishme për furnizuesit e energjisë, OST-të, institucionet financiare dhe për pjesëmarresit e tjerë në gjenerimin e energjisë elektrike, transmetimin, shpërndarjen dhe tregtimin e saj.

Parashikimet e ngarkesës mund të ndahen në tre kategori: parashikimet afatshkurtra të cilat zakonisht janë nga 1 orë në 1 javë, parashikimet afatmesme që variojnë nga 1 javë në 1 vit, dhe parashikimet afatgjata të ngarkesës të cilat janë për më shumë se një vit. Parashikimet për periudha të ndryshme kohore janë të rëndësishme për operime të ndryshme në një kompani shërbimesh.

Këto parashikime kanë natyrë të ndryshme. Për shembull, për një rajon të caktuar, është e mundur që të parashikojmë ngarkesën për ditën tjetër me një shkallë të saktësisë prej 1-3%. Sidoqoftë, është e vështirë që të parashikohet piku i ngarkesës për vitin tjetër për aq kohë sa parashikimet afatgjata të motit të mos jenë të disponueshme. Për parashikimin e pikut të vitit pasardhës, është e mundur që të sigurojmë probabilitetin e shpërndarjes së ngarkesës bazuar në regjistrimet, historike të motit. Gjithashtu, është e mundur që në përputhje me praktikatat industriale, të parashikojmë të ashtuquajturat ngarkesa normale në varësi të motit, të cilat do të merrnin parasysh mesataren e pikut në varësi të kushteve të motit ose më keq se mesatarja e pikut në varësi të kushteve të motit për një zonë të caktuar. Ngarkesa normale në varësi të kushteve të motit është ngarkesa e llogaritur për të ashtuquajturën gjendje normale e motit e cila është mesatarja e karakteristikave të motit për ngarkesat maksimale historike për një periudhë të caktuar kohore. Kohëzgjatja e kësaj periudhe varion nga një shërbim në një tjetër. Shumica e kompanive i marrin në konsideratë të paktën të dhënat 25-30 vjeçare.

Parashikimi i ngarkesës ka qenë gjithmonë i rëndësishëm për planifikimin dhe operimin e kryer nga kompanitë e shërbimit. Për më tepër, me liberalizimin e tregut në industrinë energjetike, parashikimi i ngarkesës është bërë akoma më i rëndësishëm. Me ndryshimet e vazhdueshme të furnizimit dhe kërkesës dhe me ndryshimin e kushteve atmosferike, edhe çmimet e energjisë janë rritur 10 herë ose më shumë, sidomos gjatë pikut të ngarkesës. Si rrjedhojë, parashikimi i ngarkesës është më se i rëndësishëm, në mos jetësor për shërbimet e energjisë elektrike.

Parashikimet afatshkurtra të ngarkesës mund të ndihmojnë në llogaritjen e flukseve të ngarkesës dhe për të marrë vendime të cilat i paraprijnë mbingarkesave. Implementimi në kohë i vendimeve të tilla redukton dëmtimet e pajisjeve dhe blackout-et. Parashikimi i ngarkesës është gjithashtu i rëndësishëm për përcaktimin e kontratave si dhe për vendosjen e shumë produkteve të tjera të sofistikuara financiare në çmimin e energjisë së ofruar nga tregu. Në ekonominë e lirë (de-rregulluar), vendimet mbi shpenzimet kapitale e të cilat bazohen në parashikime afatgjata, janë gjithashtu më të rëndësishme sesa në një ekonomi të rregulluar ku rritja e tarifave mund të justifikohet me shpenzimet kapitale në projekte.

Në metodat e parashikimit të ngarkesës më së shumti përdoren teknika statistikore ose algoritme të inteligjencës artificiale të tilla si regresioni, rrjetet neurale, sistemi logjik i saktësisë dhe sistemet eksperte. Dy prej metodave, të ashtuquajtura *end-use* dhe *econometric approach* gjejnë përdorim të gjerë për parashikimet afatmesme dhe afatgjata. Në ndërkohë, janë zhvilluar dhe një mori metodash tjera për parashikime afatshkurëra, të tilla si përafrimet ditore, modelet e ndryshme të regresionit, seritë e kohës, rrjetet neurale, algoritmet statistikore, sistemi logjik i saktësisë, dhe sistemet eksperte.

5.2 FAKTORËT QË NDIKOJNË NË PARASHIKIMIN E NGARKESËS ELEKTRIKE

Parashikimi afatshkurtër i ngarkesës duhet të ketë parasysh shumë faktorë, si faktorët e kohës, të dhënat e motit dhe kategoritë e mundshme të konsumatorëve. Parashikimi afatmesëm dhe afatgjatë kanë për bazë ngarkesën historike dhe të dhënat atmosferike, numrin e konsumatorëve në kategori të ndryshme, të dhënat ekonomike dhe demografike dhe parashikimet e tyre, të dhënat nga shitja, si dhe faktorë të tjerë.

Faktorët e kohës përfshijnë kohën gjatë një viti, ditët e javës dhe orët e ditës. Ka ndryshime thelbësore në ngarkesë ndërmjet ditëve të javës dhe fundjavave. Ngarkesa në ditë të ndryshme të javës mund të sillet në mënyra të ndryshme. Për shembull, të hënave dhe të premteve që janë afër me fundjavën, mund të kenë strukturim të ndryshëm të ngarkesës për dallim nga e marta deri të enjten. Kjo ndodh veçanërisht ditëve të verës. Ditët e pushimit janë më të vështira për t'u parashikuar sesa ditët që nuk janë pushim.

Kushtet atmosferike ndikojnë në ngarkesa. Në fakt, parametrat e parashikuar të motit janë faktorët më të rëndësishëm në parashikimin afatshkurtër të ngarkesës. Së këndejmi, për parashikimin e ngarkesës mund të merren në konsideratë variabla të ndryshme atmosferike. Temperatura dhe lagështia janë parashikuesit më të përdorshëm të ngarkesës. Një hulumtim mbi parashikimin e ngarkesës elektrike ka vënë në pah se nga 22 kërkime të marra në konsideratë, 13 prej tyre përdornin vetëm temperaturën, 3 përdornin temperaturën dhe lagështinë, 3 përdornin parametra të ndryshëm atmosferikë dhe vetëm 3 prej tyre përdornin parametrat e ngarkesës.

5.3 METODAT E PARASHIKIMIT AFATSHKURTËR TË NGARKESËS

Një numër i madh i teknikave statistikore dhe inteligjencës artificiale janë zhvilluar për parashikimin afatshkurtër.

- a. Përafrimi i ditëve të ngjashme (similar-day approach)
- b. Metodatat e regresionit
- c. Sistemet eksperte
- d. Sistemi logjik i saktësisë (Fuzzy Logic)
- e. Algoritmet me mbështetje vektoriale (Support vector machines)
- f. Seritë e kohës
- g. Rrjetet Neurale Artificiale (ANN)
- h. Algoritmet në formë peme (Bagged Regression Trees)

5.4 PARASHIKIMI I NGARKESAVE ME ANË TË ANN

Një Rrjet Neuronesh Artificiale (Artificial Neural Network) është një model i inspiruar nga sistemet nervore biologjike, të ngjashme si truri, i cili i përpunon informacionet. Elementi kryesor i këtij modeli është struktura e këtij sistemi të përpunimit të informacionit. Përbëhet nga një numër i madh elementesh procesuese të ndërlidhur (neuronet) që punojnë së bashku për të zgjidhur probleme specifike. ANN-të, ashtu si edhe njerëzit, mësojnë nëpërmjet shembujve. Një ANN konfigurohet për një aplikim specifik, njëlloj si klasifikimi i të dhënave, përmes një procesi mësimi. Mësimi në sistemet biologjike përfshin rregullimin në lidhjet sinaptike që ekzistojnë midis neuroneve. Kjo është e vërtetë edhe për ANN-të.

5.4.1 Pse të përdorim rrjetat neurale?

Rrjetat neurale, me aftësinë e shquar të tyre për të nxjerrë kuptimin prej të dhënave të komplikuar ose të pasakta, mund të përdoren për të nxjerrë modele dhe të detektojnë trendet që janë shumë komplekse për t'u vënë re prej teknikave të tjera njerëzore apo kompjuterike. Një rrjet neural i përgatitur mund të mendohet si një “ekspert” në kategorinë e informacionit që i është dhënë për t'u analizuar. Më vonë ky ekspert mund të përdoret për të mundësuar projektimin e situatave të reja dhe njëherësh për t'ju përgjigjur pyetjeve të llojit si “po sikur?”. Përparësitë tjera përfshijnë:

Përshtatshmërinë e mësimi: Aftësinë e mënyrës së të mësuarit duke u bazuar në të dhënat me të cilat furnizohet ose në eksperiencën fillestare.

Vetëorganizimi: Mund të jetë kështu: Një ANN mund të krjojë organizimin apo edhe përfaqësimin e vet mbi bazën e informacionit të cilin e përvetëson gjatë punës “mësimi”.

Operimi në kohë reale: Llogaritjet ANN mund të bëhen në paralel, gjithashtu pasqisje speciale hardverike janë duke u projektuar dhe ndërtuar, të cilat do të sigurojnë mundësi më të mëdha.

Vit pas viti modeli i ngarkesës bëhet më i ngatërruar për shkak se rritja e kërkesës vjetore ndikohet gjithnjë e më shumë prej ngarkesës industriale. Shqetësimet mjedisore si rritja e temperaturës (ngrohja globale) krijojnë jolinearitet të madh. Variablat demografike si popullsia, standardi i jetesës, rritja e popullsisë, zhvillimet ekonomike etj. gjithashtu kanë ndikimin e tyre në parashikimin e ngarkesës. Kërkesa për parashikim të saktë të ngarkesës është rritur për shkak të rritjes së konkurrencës midis kompanive të prodhimit të energjisë.

Tabela 5.1 Kategoritë kryesore të parashikimit të ngarkesës me aplikimet përkatëse

LF	Kohëzgjatja e parashikimit të ngarkesës	Aplikimi i parashikimit që na intereson
VSTLF	Parashikim nga disa minuta deri në një orë	1. Mbrojtjet rele moderne dhe operimi i ndërprerësve të fuqisë 2. Stabilizatorët e rritjes së rrymës 3. Vlerësimi i sigurisë 4. Informacioni ekonomik 5. Kontrolli dhe vlerësimi në kohë reale i sigurisë 6. Analiza e ndjeshmërisë së pajisjeve elektrike
STLF	Parashikimi në orë për një ditë deri në një javë	1. Optimizimi i njësive gjeneruese 2. Shpërndarja e lëndës djegëse 3. Planifikimi i mirëmbajtjes 4. Blerja dhe shitja e energjisë 5. Planifikimi ekonomik i kapaciteteve gjeneruese 6. Planifikimi i blerjes së lëndës djegëse 7. Analiza e sigurisë 8. Planifikimi i mirëmbajtjes afatshkurtër 9. Llogaritja e rrjedhjes së fuqisë
MTLF	Parashikimi nga disa muaj deri në një vit	1. Planifikimi i mirëmbajtjes 2. Informacioni mbi koordinimin e ngarkesës 3. Vendosja e çmimeve për të përshtatur kërkesën me kapacitetin e gjeneruar
LTLF	Parashikimi nga 1 vit deri në 4-5 vjet	1. Planifikimi i sistemit 2. Blerja e kapaciteteve gjeneruese 3. Punësimi i stafit
VLTLF	Parashikimi për më shumë se 5 vjet	1. Planifikimi i ndërtimit të kapaciteteve të reja gjeneruese 2. Kërkimet për burimet e ripërtëritshme 3. Planifikimi i mirëmbajtjes së mjedisit 4. Punësimi i stafit

Selektimi i një arkitekture të optimizuar të ANN është një punë e lodhshme sepse një strukturë e vogël nuk tregon një lidhje të përshtatshme jolineare midis variablave hyrës dhe

dalës. Sidoqoftë, një strukturë e madhe krijon një strukturë komplekse dhe kërkon shumë kohë për trajnimin dhe mundet që mos të bëjë përgjithësimin e duhur për probleme të ndryshme. Në material është treguar se nuk ka një procedurë të saktë për zgjedhjen e numrit të layer-ave të fshehur dhe numrit të neuroneve në layer-at e fshehur. Sidoqoftë, disa prej studimeve kanë propozuar disa rregulla për zgjedhjen e neuroneve në layer-at e fshehur.

5.4.2 Struktura e rrjeteve neurale

Një layer (shtrese) i shumëfishtë feed-forward neural network (FNN) mund të përdoret për qëllimet e STLf. FNN është trajnuar që të përafrojë funksionet jolineare $F_s(.)$ midis ngarkesës (për orë) orare dhe variablave hyrës. FNN përmban një layer me njësitë e inputeve, një layer tjetër të fshehur dhe variablat e hyrjes. Një FNN me një layer të fshehur është secila hyrje i th e lidhur me secilën njësi j th të layer-it të fshehur me një faktor rëndese (weighting factor) w_{ij} . Secila njësi në layer-in e fshehur, e quajtur neuron, performon një transformim jolinear të sinjaleve hyrës të faktorit sipas rëndesës së tij. Modeli i njësisë j (neuroni j) në layer-in e fshehur tregohet në figurën 5.1 Dalja e këtij neuroni mund të formulohet si:

$$A_j = f_h(net_j) \quad (1)$$

ku f_h është një funksion i aktivizimit jolinear në layer-in e fshehur, dhe net_j mund të formulohet në këtë mënyrë:

$$net_j = \sum_{i=1}^{N_i} W_{ij} * x_i + b_j \quad (2)$$

Ku x_i është inputi i njësisë i në layer-in hyrës; w_{ij} është faktori i rëndesës midis neuronit i të layer-it hyrës dhe neuronit j të layer-it të fshehur; b_j është faktori që ndikon te neuroni (term konstant). Të gjithë faktorët e rëndesës dhe termat ndikues rregullohen gjatë procesit të trajnimit.

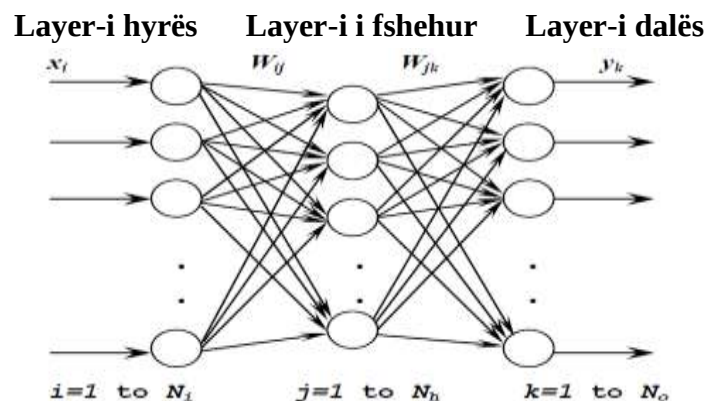


Figura 5.1 Një FFNN me një layer të fshehur

Struktura e një layer-i FNN dalës është e njëjtë me atë të layer-it të fshehur me përjashtimin që hyrjet e layer-it dalës janë daljet e layer-it të fshehur. Dalja e neuronit “ k ” në layer-in dalës mund të formulohet si:

$$y_k = f_n(net_k) \quad (3)$$

ku f_0 është funksioni jolinear i aktivizimit në layer-in dalës, $\mathbf{net}_k$ është e barabartë me:

$$net_k = \sum_{j=1}^{Nh} W_{jk} * A_i + b_k \quad (4)$$

dhe W_{jk} është faktori i rëndësës midis neuronit j në layer-in e fshehur dhe neuronit k në layer-in dalës.

5.4.3 Arkitektura e rrjetave neurale

Numri i hyrjeve, layer-ave të fshehur, neuroneve në layer-at e fshehur dhe daljet zakonisht përcaktojnë arkitekturën e FNN. Në këtë shembull, janë përdorur 24 FNN të pavarur për të parashikuar ngarkesën sipas orëve për ditën pasuese. Secili rrjet është përdorur për parashikimin e ngarkesës në një orë specifike- një rrjet për orën një, një për orën dy, e kështu me radhë.

Janë realizuar 24 FNN në MetrixND, një paketë e rrjetave neurale. Shumica e hyrjeve të këtyre rrjetave janë të njëjta dhe mund të ndahen në 3 kategori kryesore: a) variablat kalendarike, b) variablat atmosferike, c) variablat e ngarkesës. Këto inpute dhe arkitektura e layerave të fshehur dhe atyre dalës janë shpjeguar në seksionet vijuese.

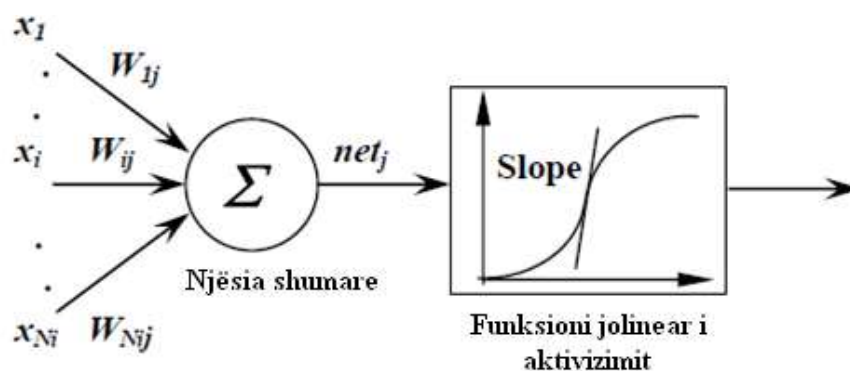


Figura 5.2 Modeli i neuronit j në layer-in e fshehur

5.4.3.1 Inputet e lidhura me variablat kalendarikë

Variablat kalendarikë të cilët kanë një ndikim të rëndësishëm në grafikun e ngarkesës janë: ora e ditës, dita e javës, dita e vitit, pushimet, ditët afër ditëve të pushimit, sezoni, koha e lindjes dhe perëndimit të diellit ose kohëzgjatja e dritës së diellit, ndryshimi i orës që lidhet

me rritjen e efijencës së përdorimit të dritës së diellit. Shumica e variablave kalendarikë të FNN përfaqësohen prej variablave binarë. Këto variabla përshkruhen më poshtë.

a) Dita e javës: Dita e javës tregohet me anë të shtatë variablave binarë të ndryshëm në vend të një variabli integruar që varion nga 1 deri në 7.

b) Pushimet: Një variabël binar përdoret për të specifikuar pushimet. Nëqoftëse një ditë e caktuar është një ditë pushimi i rregullt ose fundjavë, ky variabël është zero, përndryshe merr vlerën një, gjë e cila përfaqëson pushim.

c) Ditët afër ditëve të pushimeve: Një variabël i vazhduar midis 0 dhe 1 është zgjedhur për të përfaqësuar ditët afër ditëve të pushimit të tilla si ditët afër Krishtlindjeve, Vitit të Ri dhe festave tjera. Vlera e këtij variabli është zgjedhur duke krahasuar të dhënat historike të asaj dite me një ditë tjetër të ngjashme por që nuk ndodhet afër ditëve të pushimit. Ky input vendoset 0 nëse nuk ka një diferencë të madhe dhe 1 nëse ka një diferencë të madhe.

d) Sezoni: Katër variabla të vazhduar midis 0 dhe 1 janë për katër sezonet, pra për sezonën e Pranverës, Verës, Vjeshtës dhe Dimrit. Për shembull, vlera 1 për variablin e Pranverës është vendosur e barabartë me 0.2.

e) Kohëzgjatja e dritës së diellit: Diferenca kohore midis lindjes së diellit dhe perëndimit, e cila jep kohëzgjatjen e dritës së diellit, përdoret si një variabël hyrës i vazhduar.

f) Shfrytëzimi maksimal i dritës së diellit: Për shfrytëzimin maksimal të dritës së diellit përdoret një variabël binar. Kjo vlerë është 0 për motin e rregullt dhe 1 për motin e ndryshuar.

g) Dita e vitit: Për ditën e vitit caktohet një variabël hyrës i vazhduar. Ky variabël tregon se cilës ditë të vitit i përket dita e dhënë dhe për një vit të rregullt varion nga 1/365 dhe 1.

5.4.3.2 Inputet e lidhura me variablat atmosferikë

Të dhënat historike të disponueshme të kushteve atmosferike për rrjetin NB Power janë: temperatura, lagështia, shpejtësia e erës dhe vranësirat. Të gjitha këto variabla janë përshkruar më poshtë.

a) Temperatura (dry bulb): Temperaturat përdoren si variabla hyrës. Këto temperatura janë të lidhura me: orën e parashikuar, një orë përpara orës së parashikuar, ora e parashikimit të një dhe dy ditëve përpara, një ore në mëngjes të një dite më parë, një orë në mbasdite të një dite më parë, temperatura maksimale dhe minimale e ditës së parashikuar, temperatura maksimale dhe minimale të një dhe dy ditëve përpara ditës së parashikuar. Efekti i temperaturave zonale në konsumin e ngarkesës modelohet përmes transformimit jolinear të mëposhtëm:

$$\tilde{T} = \begin{cases} T_{Cmin} - T & \text{për } T < T_{Cmin} \\ 0 & \text{për } T_{Cmin} < T < T_{Cmax} \\ T - T_{Cmax} & \text{për } T > T_{Cmax} \end{cases} \quad (5)$$

ku T është temperatura aktuale; $\tilde{T}$ është temperatura e transformuar; dhe T_{Cmin} dhe T_{Cmax} janë temperaturat përkatëse të lidhura me temperaturat minimale dhe maksimale të zonës së marrë në shqyrtim.

b) Lagështia: Variablat hyrës FNN të selektuar që lidhen me lagështinë janë: lagështia orare e orës së dhënë dhe lagështia ditore maksimale dhe minimale.

c) Shpejtësia e erës: Shpejtësia e erës për orën e caktuar gjithashtu është selektuar si një input tjetër i FNN.

d) Vranësirat: Inputet FNN të lidhur me vranësirat janë: vranësira orare për orën e caktuar dhe vranësirat minimale dhe maksimale ditore.

5.4.3.3 Inputet e lidhura me të dhënat historike të ngarkesës

Këto të dhëna konsistojnë në të dhënat orare aktuale të ngarkesës përpara ditës së parashikuar. Ngarkesat orare të ditës së parashikuar janë të lidhura më së shumti me ngarkesat e një dite, të dy ditëve, të shtatë ditëve dhe të tetë ditëve përpara. Të dhënat orare të ngarkesës që janë selektuar diskutohen më poshtë.

a) Të dhënat e ngarkesës për një orë përpara: Nëqoftëse e dhëna aktuale e ngarkesës së një ore më parë nuk është e disponueshme atëherë do të përdoret parashikimi i asaj ore.

b) Ngarkesa e një dite më parë por në të njëjtën orë: Ngarkesa e së njëjtës orë të një dite më parë është përdorur si një variabël hyrës i lidhur me tipin e një dite më parë (ditë jave, fundjavë ose pushim).

c) Ngarkesa në të njëjtën orë e dy ditëve më parë

d) Ngarkesa e një dite më parë në mëngjes

e) Ngarkesa e një dite më parë gjatë pasdites

5.4.4 Vlerësimi i performansës së parashikimit

Një hap i rëndësishëm në procedurën e ndërtimit të rrjetit neural është vlerësimi i performansës së parashikimit. Në përgjithësi, indeksi i performansës është një matje e gabimit të parashikimit të ngarkesës të një seti të pavarur të dhënash. Gabimi i parashikimit të ngarkesës duhet të jetë i pranueshëm nëse rrjeti neural është ndërtuar në mënyrë të saktë dhe nëse të dhënat përfaqësojnë periudhën e parashikimit. Zgjedhja e treguesve të përshtatshëm të performansës do të trajtohet më poshtë.

5.4.4.1 Treguesit e performansës

Janë propozuar shumë mënyra që shërbejnë si tregues performanse për saktësinë e parashikimit. Në këtë shembull, dy mënyrat më të përdorshme për vlerësimin e parashikimit të ngarkesës janë: 1) varianca σ^2 dhe 2) përqindja e vlerës mesatare të gabimit (**MAPE**-nënkupton përqindjen e gabimit absolut), e cila mund të formulohet si më poshtë:

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (L_F^n - L_A^n)^2 \quad (6)$$

ku L_F është ngarkesa e parashikuar, L_A është ngarkesa aktuale, n është numri i të dhënave (data point) në setin e të dhënave dhe N është numri total i të dhënave. Përqindja e vlerës mesatare të gabimit mund të formulohet:

$$\varepsilon = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \frac{|L_F^n - L_A^n|}{L_A^n} * 100 \quad (7)$$

Një indeks tjetër i cili ka një rëndësi praktike në sistemet e përziera hidro/termike është gabimi në parashikimin e përditshëm të energjisë. Në përgjithësi, për planifikimin sipas orëve të prodhimit të njësive hidro-termike, kosto totale e prodhimit minimizohet. Ky minimizim bazohet në parashikimin e ngarkesës për orën pasardhëse dhe në energjinë e disponueshme në njësitë hidrike. Në shumë raste, energjia e disponueshme në njësitë hidrike përcaktohet për gjithë ditën dhe prodhimi sipas orëve të tyre nuk është i rëndësishëm për at kohë sa prodhimi ditor i energjisë plotëson vlerat e parshikuara. Si rezultat, prodhimi i njësive hidrike mund të kompensojë disa pjesë të gabimit të parashikimit sipas orëve të ngarkesës. Pjesa e pakompensuar lidhet me gabimin e parashikimit të energjisë, e cila mund të formulohet si më poshtë:

$$\varepsilon_d = \sum_{n=1}^{24} (L_F^n - L_A^n) \quad (8)$$

ku ε_d është gabimi i parashikimit ditor të energjisë. Përqindja e gabimit të parashikimit ditor të energjisë, ε_{dp} , mundet gjithashtu që të përdoret si një tregues për parashikimin e performansës dhe të formulohet si:

$$\varepsilon_{dp} = \frac{\sum_{n=1}^{24} (L_F^n - L_A^n)}{\sum_{n=1}^{24} L_A^n} \quad (9)$$

5.5 PARASHIKIMI I NGARKESAVE TË SHARRCEMIT

Në këtë paragraf do të paraqiten rezultatet e parashikimit ditor dhe javor të ngarkesës elektrike për konsumatorët e Sharrcemit. Në Shtojcë 2 jepen rezultatet e parashikimit ditor dhe javor të ngarkesës elektrike për konsumatorët e Ferronikelit dhe Trepcës. Për të bërë të mundur parashikimin e ngarkesave elektrike duhen disa të dhëna. Fillimisht duhen të dhënat historike të ngarkesave. Në rastin tonë kemi tre muaj të dhëna mbi ngarkesën. Të dhënat përfshijnë periudhën 1 korrik 2011 – 30 shtator 2011. Ngarkesat janë dhënë në kW dhe jepen për çdo 15 minuta. Më pas këto kthehen në ngarkesa sipas orëve pasi që vetëm në këtë formë mund të bëhet e mundur futja e të dhënave në programin Palisade DecisionTools.

Për të bërë parashikimin e ngarkesës është gjithashtu e nevojshme edhe njohja e temperaturës (dry bulb) dhe lagështisë (dew point). Të dhënat mbi to janë marrë nga një uebfaqe në internet e cila disponon të dhënat atmosferike për të gjithë planetin. Temperatura dhe lagështia janë kthyer në Farad. Uebfaqja nga i cili janë marrë të dhënat për kushtet atmosferike të lartpërmenduar është www.freemeteo.com.

E dhënë tjetër e nevojshme është edhe përcaktimi i ditëve të periudhës së marrë në shqyrtim. Konkretisht, për periudhën 1 korrik 2011-30 shtator 2011 janë përcaktuar ditët e javës. Prej këtej janë nxjerrë në pah ditët e pushimit dhe ditët e festave. Në rastin tonë rezulton vetëm një ditë pushimi, që është data 30 gusht 2011 dhe i takon festës së Bajramit të Madh. Duhet theksuar që ditët e pushimit janë ditët zyrtare të pushimit në Republikën e Kosovës.

Të gjitha të dhënat e mësipërme organizohen sipas një mënyre të caktuar dhe pastaj me këto të dhëna ndërtohen tabelat përkatëse ne Excel. Tabelat ndërtohen në bazë të të dhënave përkatëse për secilin konsumator veç e veç. Një tabelë e tillë paraqitet më poshtë:

	A	B	C	D	E
1	Date	Hour	DryBulb	DewPoint	Load
2	7/1/2011	1	62.6	59	0.0068
3	7/1/2011	2	62.6	59	0.01085
4	7/1/2011	3	62.6	59	0.01483
5	7/1/2011	4	62.6	59	0.02658
6	7/1/2011	5	62.6	59	0.03173
7	7/1/2011	6	62.6	57.2	0.02163
8	7/1/2011	7	62.6	59	0.0221
9	7/1/2011	8	62.6	59	0.00818
10	7/1/2011	9	64.4	57.2	0.01518
11	7/1/2011	10	66.2	57.2	0.03378
12	7/1/2011	11	66.2	55.4	0.03908
13	7/1/2011	12	69.8	57.2	0.0178
14	7/1/2011	13	69.8	57.2	0.00483
15	7/1/2011	14	71.6	55.4	0.02075
16	7/1/2011	15	69.8	53.6	0.0274
17	7/1/2011	16	71.6	55.4	0.00925
18	7/1/2011	17	71.6	51.8	0.03203
19	7/1/2011	18	71.6	55.4	0.03458
20	7/1/2011	19	69.8	55.4	0.01508
21	7/1/2011	20	69.8	55.4	0.008
22	7/1/2011	21	62.6	53.6	0.02618
23	7/1/2011	22	62.6	53.6	0.02978
24	7/1/2011	23	59	53.6	0.02988
25	7/1/2011	24	59	53.6	0.02358
26	7/2/2011	1	59	55.4	0.03628
27	7/2/2011	2	59	53.6	0.0376
28	7/2/2011	3	59	55.4	0.03683
29	7/2/2011	4	59	53.6	0.0263
30	7/2/2011	5	59	53.6	0.01615
31	7/2/2011	6	59	53.6	0.03363
32	7/2/2011	7	57.2	53.6	0.0213
33	7/2/2011	8	57.2	51.8	0.00683
34	7/2/2011	9	59	50	0.02823
35	7/2/2011	10	59	46.4	0.02963
36	7/2/2011	11	60.8	46.4	0.03483
37	7/2/2011	12	62.6	46.4	0.03623
38	7/2/2011	13	64.4	46.4	0.033
39	7/2/2011	14	64.4	48.2	0.03525
40	7/2/2011	15	64.4	50	0.03205
41	7/2/2011	16	64.4	50	0.0229
42	7/2/2011	17	62.6	48.2	0.03953
43	7/2/2011	18	64.4	51.8	0.0405

Figura 5.3 Mënyra e organizimit të të dhënave

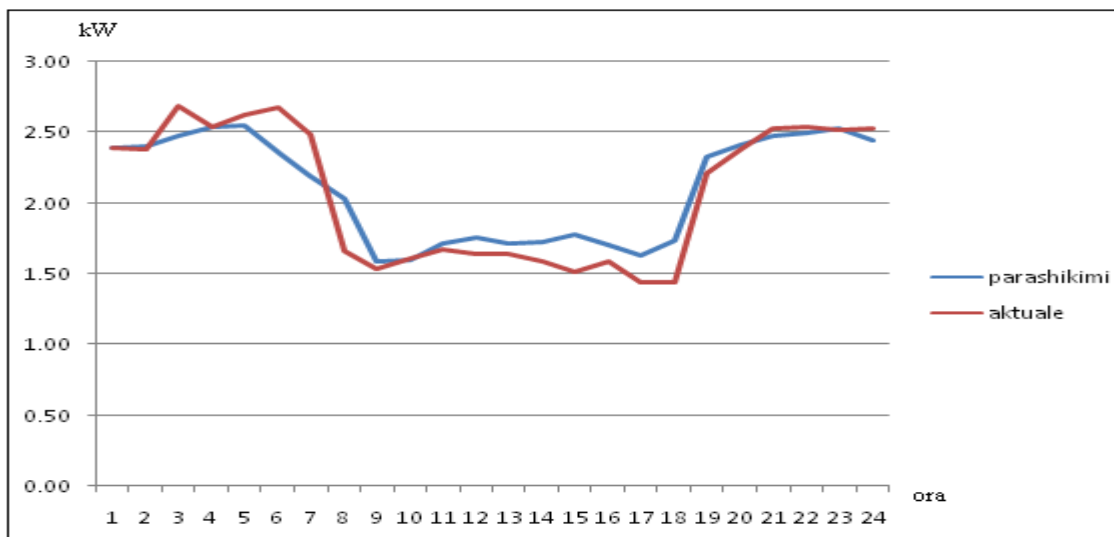
Të dhënat që fusim në program janë ora, temperatura, pika e vesës dhe ngarkesa. Programi merr një numër të caktuar të dhënash dhe i përdor si të dhëna trajnuese (Training Set) për të trajnuar rrjetin neural, pasi ashtu si edhe e kemi thënë në kapitujt e mëparshëm, rrjeti neural ka nevojë “të mësohet” ose të trajnohet. Pasi të ketë marrë të dhënat trajnuese, rrjeti neural merr disa të dhëna të tjera që i përdor si të dhëna testuese (Test Set). Këto të dhëna shërbejnë për “të provuar” saktësinë e parashikimit, pasi ne kemi ngarkesën aktuale dhe programi nxjerr ngarkesën e parashikuar dhe në këtë mënyrë bëjmë krahasimin midis tyre.

5.5.2 Parashikimi i ngarkesës ditore

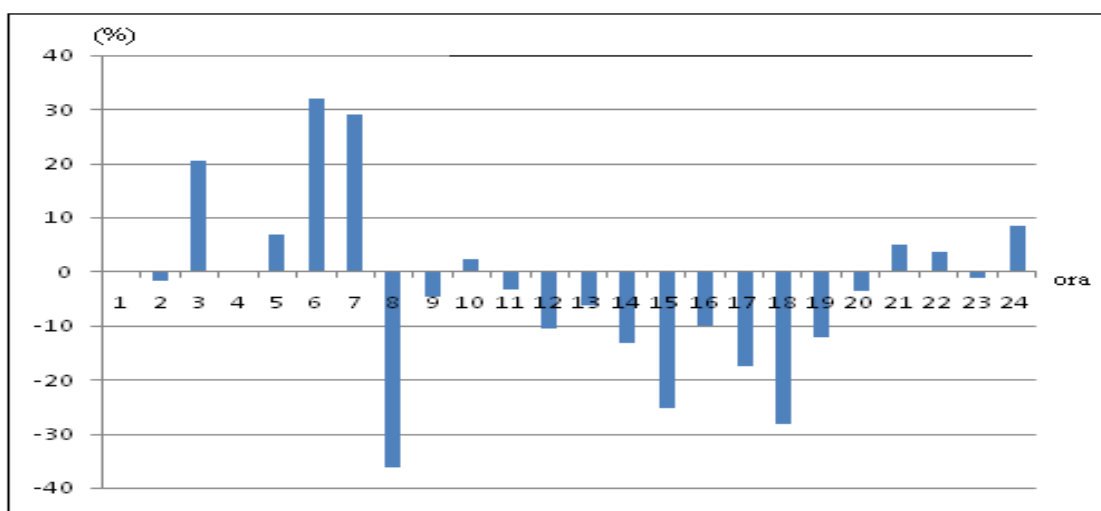
Më poshtë tregohen grafikët përkatës për secilin konsumator që kanë rezultuar nga simulimi i ngarkesave të Sharrcemit.

1- Konsumatori nr. 40863933

- Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar



- Grafiku që paraqet përqindjen e gabimit për çdo orë



Për të dhënat trajnuese kemi:

numri i rasteve= 1766

% e parashikimeve të këqija (me 30% tolerancë)= 5.2095%

gabimi mesatar absolut= 0.2236

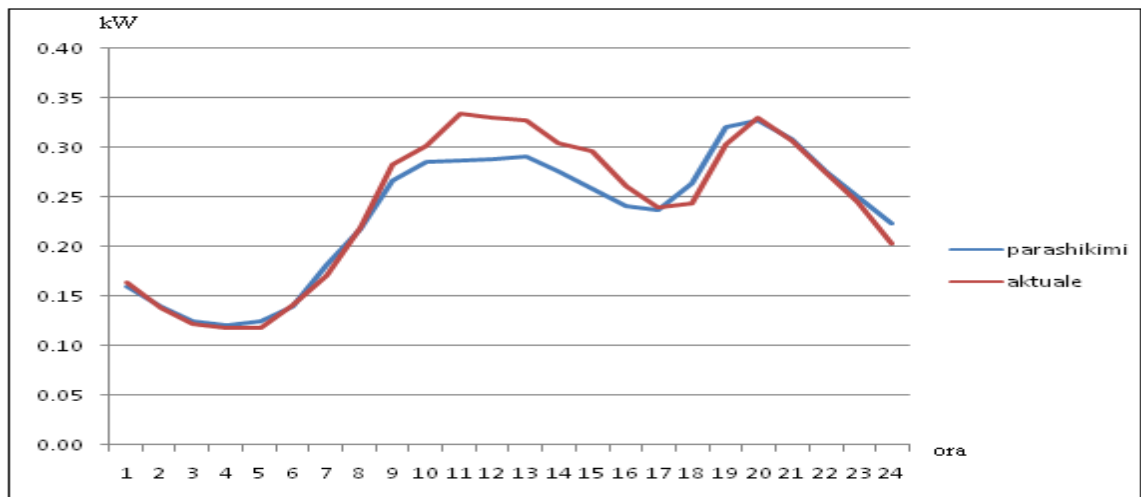
Për të dhënat testuese kemi:

numri i rasteve= 442

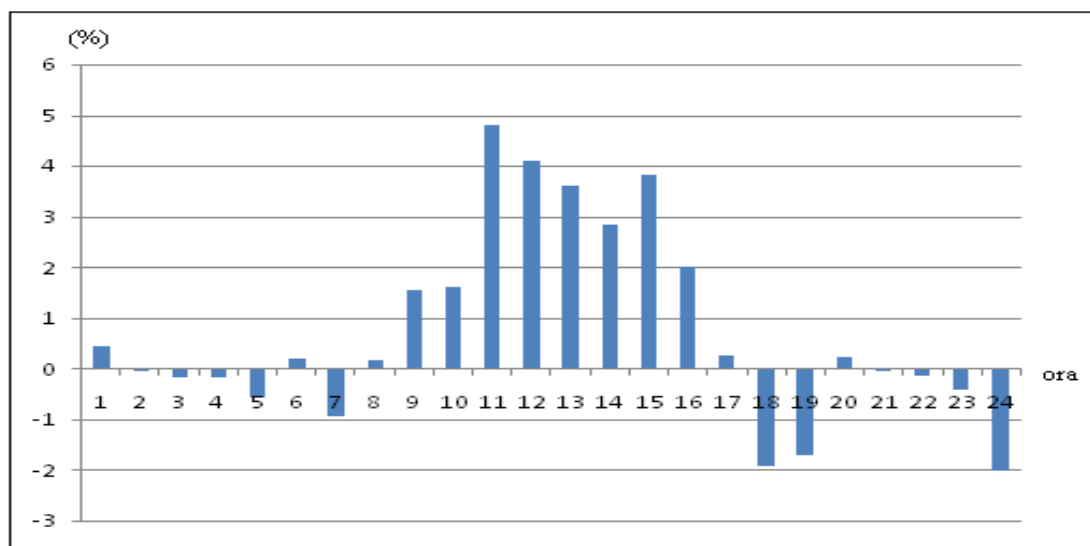
% e parashikimeve të këqija (me 30% tolerancë)= 7.2398%
gabimi mesatar absolut= 0.25

2- Konsumatori nr. 41506339

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar



b. Grafiku që paraqet përqindjen e gabimit për çdo orë



Për të dhënat trajnuese kemi:

numri i rasteve= 1766

% e parashikimeve të këqija (me 30% tolerancë) =6.5685%

gabimi mesatar absolut= 0.02346

Për të dhënat testuese kemi:

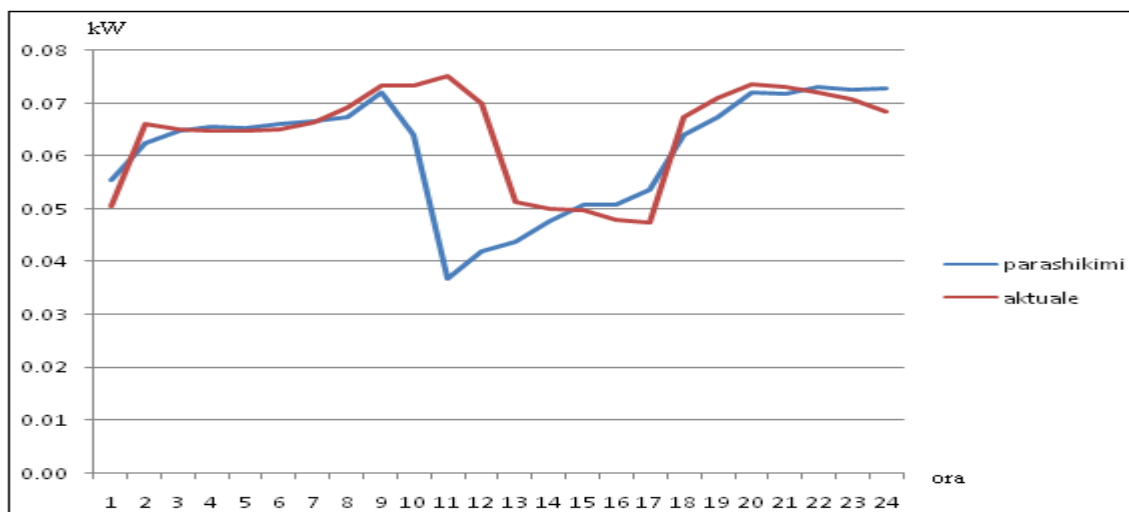
numri i rasteve= 442

% e parashikimeve të këqija (me 30% tolerancë)= 8.3710%

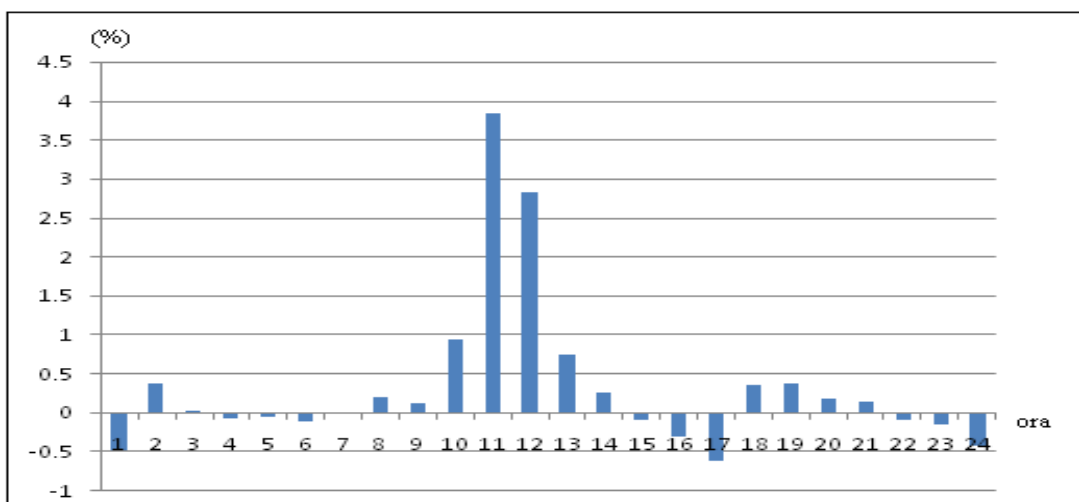
gabimi mesatar absolut= 0.02750

3- Konsumatori nr. 41506338

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar



b. Grafiku që paraqet përqindjen e gabimit për çdo orë



Për të dhënat trajnuese kemi:

numri i rasteve= 1766

% e parashikimeve të këqija (me 30% tolerancë)= 14.1563%

gabimi mesatar absolut= 0.0098

Për të dhënat testuese kemi:

numri i rasteve= 442 % e parashikimeve të këqija (me 30% tolerancë)= 15.8371%

gabimi mesatar absolut= 0.0112

Në tabelën 5.2 është paraqitur përmbledhja e diferencave në % midis ngarkesës mesatare aktuale dhe asaj të parashikuar për konsumatorët e Sharrcemit.

Tabela 5.2 Diferenca midis ngarkesës aktuale dhe asaj të parashikuar

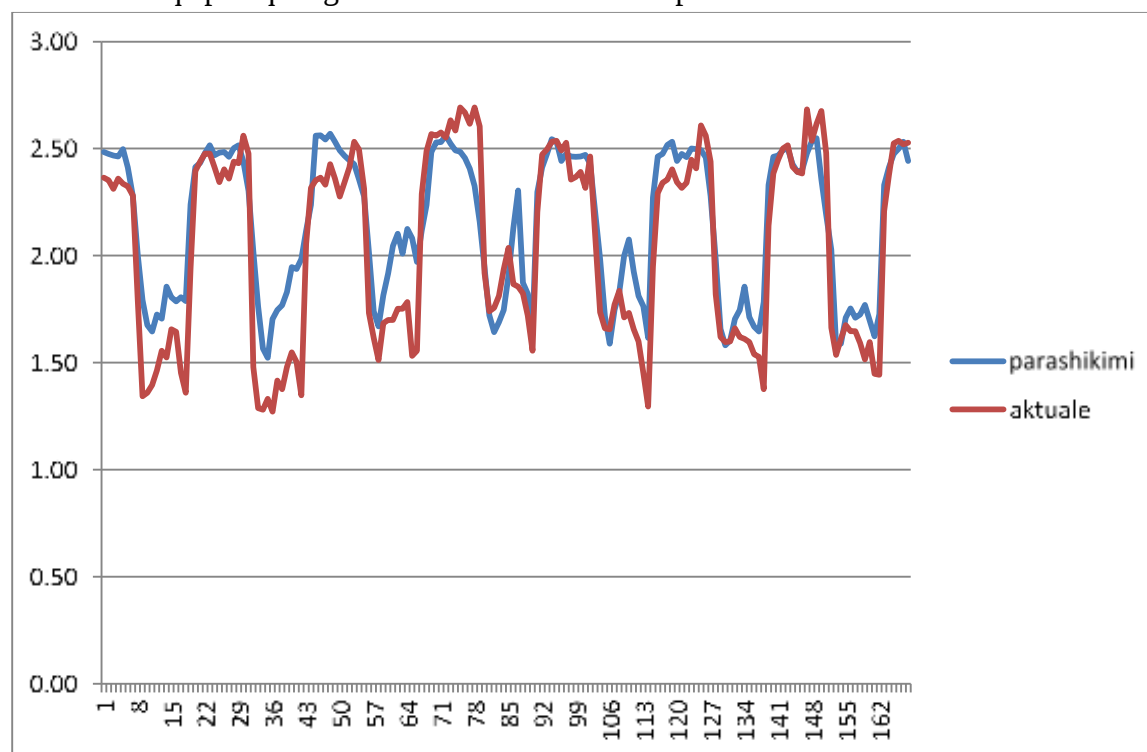
SHARRCEMI			
Konsumatori	ngarkesa aktuale	ngarkesa e parashikuar	diferenca (%)
40863933	2.07	2.10	-2.33
41506339	0.24	0.23	1.11
41506338	0.064	0.06	0.4

5.5.3 Parashikimi i ngarkesës javore

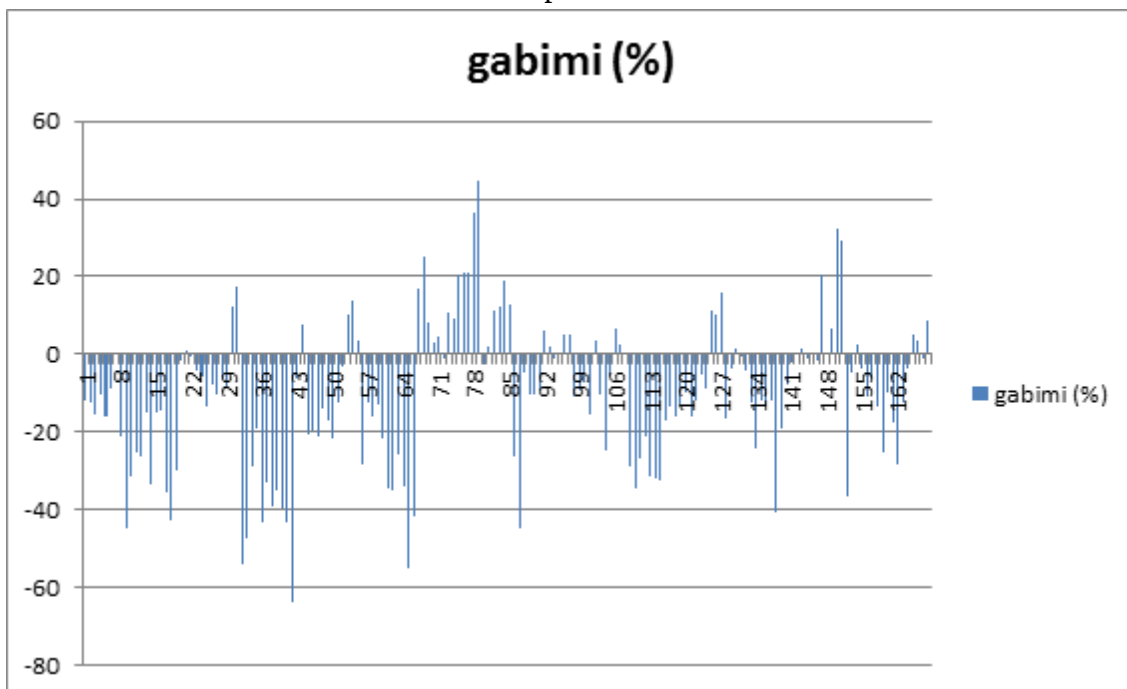
Më poshtë tregohen grafikët përkatës për secilin konsumator që kanë rezultuar nga simulimi i ngarkesave të Sharrcemit.

1- Konsumatori nr. 40863933

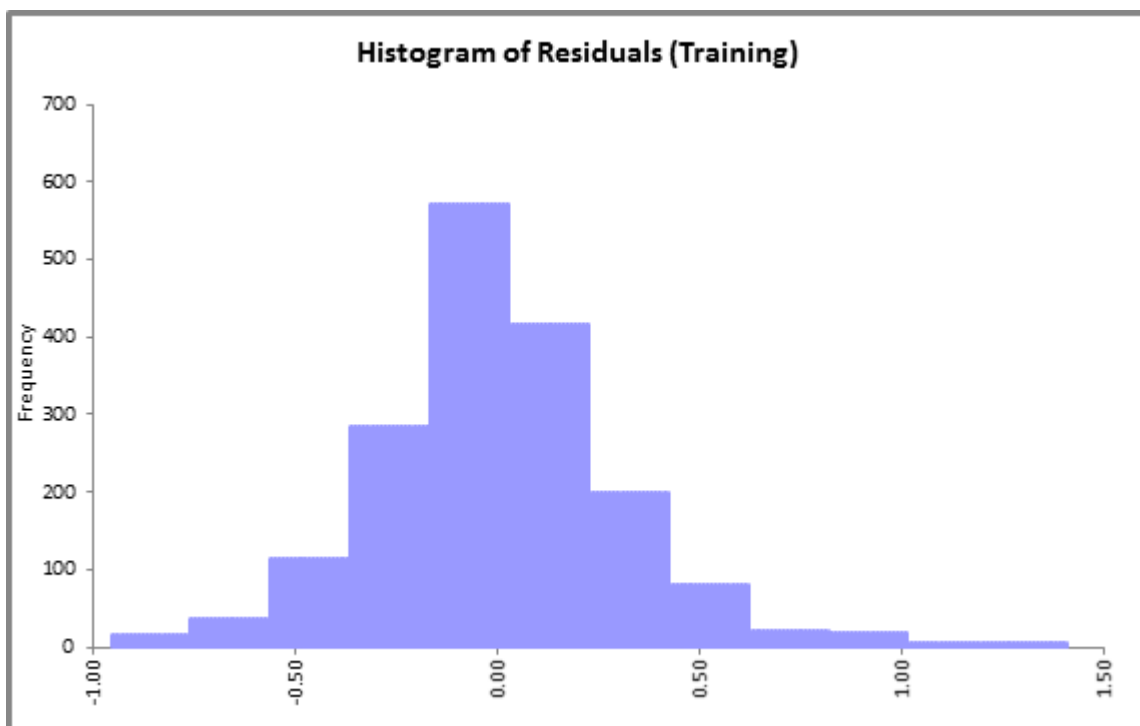
- Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar



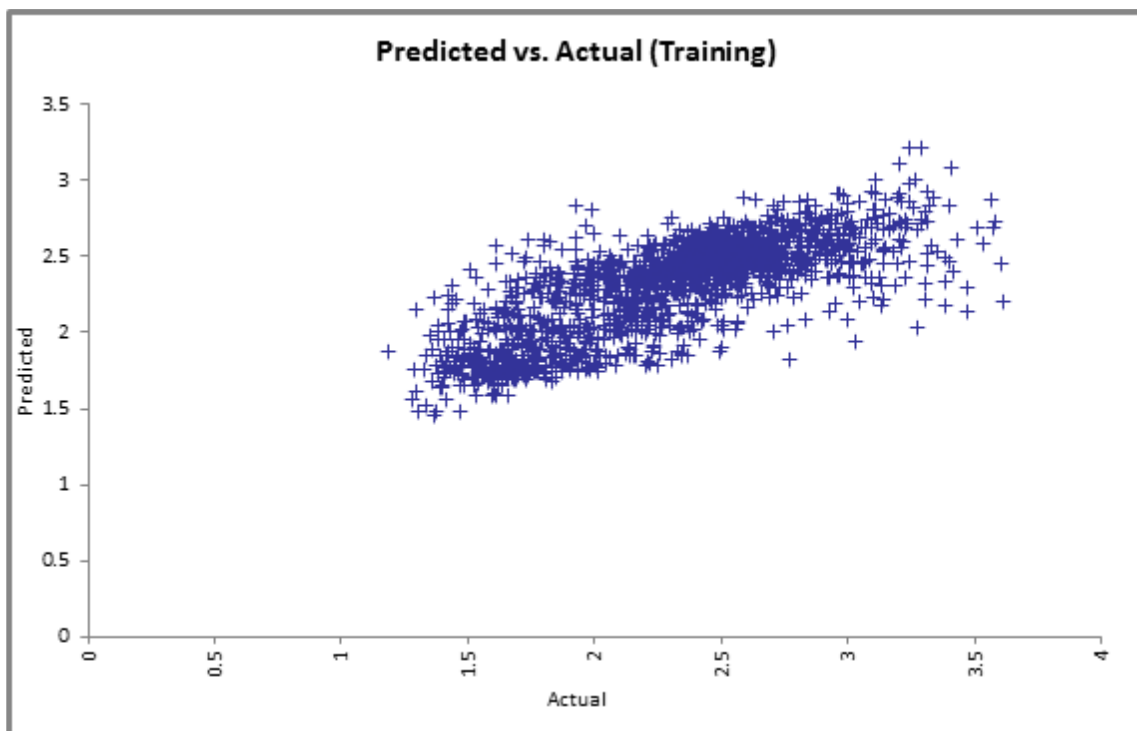
- Grafiku që paraqet diferencën për çdo orë midis ngarkesës aktuale dhe asaj të parashikuar



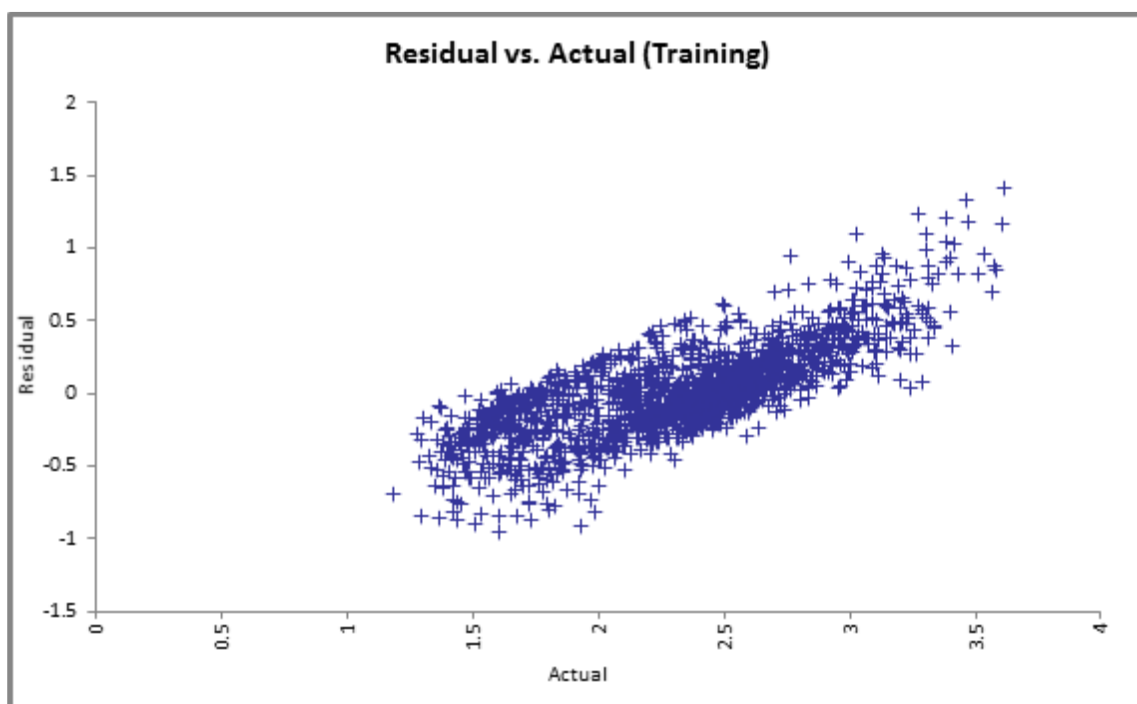
- Frekuenca e paraqitjes së ngarkesave që janë rezultat i diferencës së ngarkesave aktuale (trajnuese) dhe atyre të parashikuara (trajnuese)



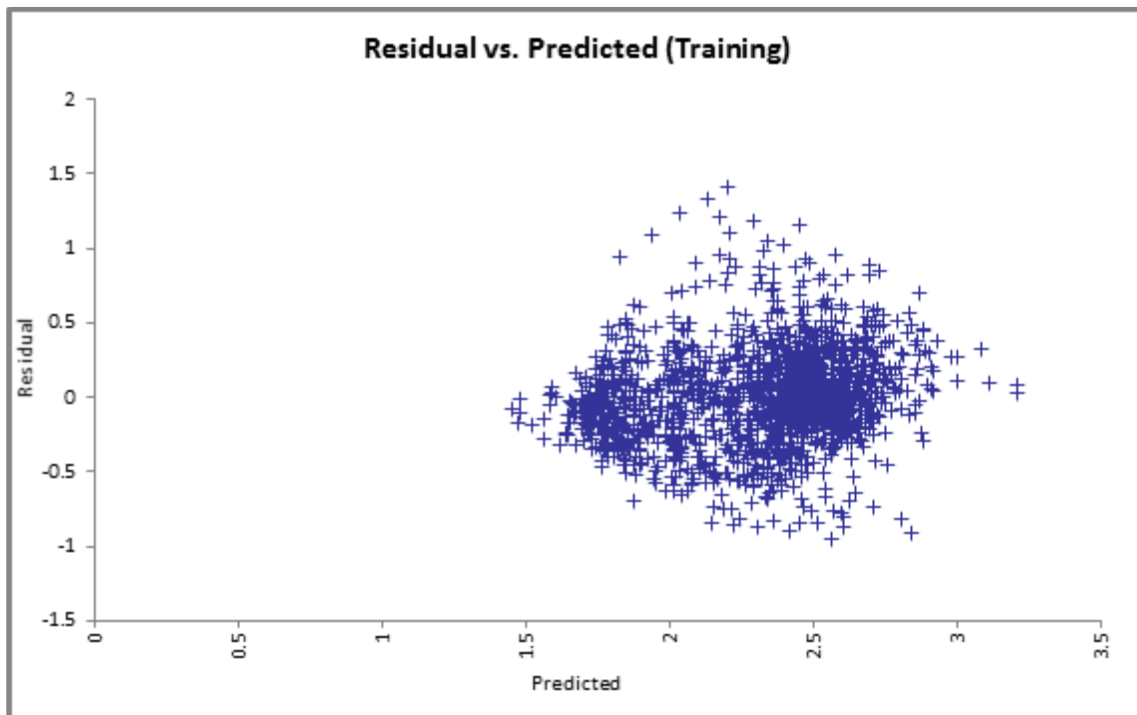
-
- Shpërndarja e ngarkesave aktuale (trajnuese) dhe të parashikuara (trajnuese)



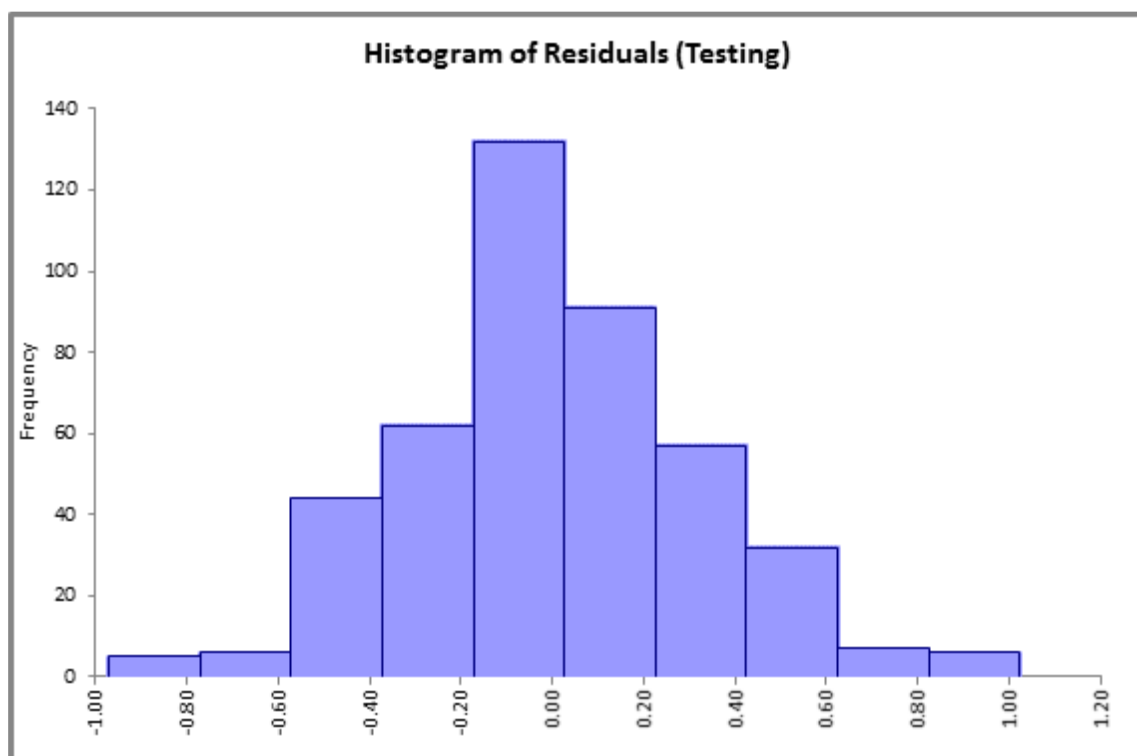
- Shpërndarja e ngarkesave aktuale (trajnuese) dhe ngarkesave që janë rezultat i diferencës midis ngarkesave aktuale (trajnuese) dhe të parashikuara (trajnuese)



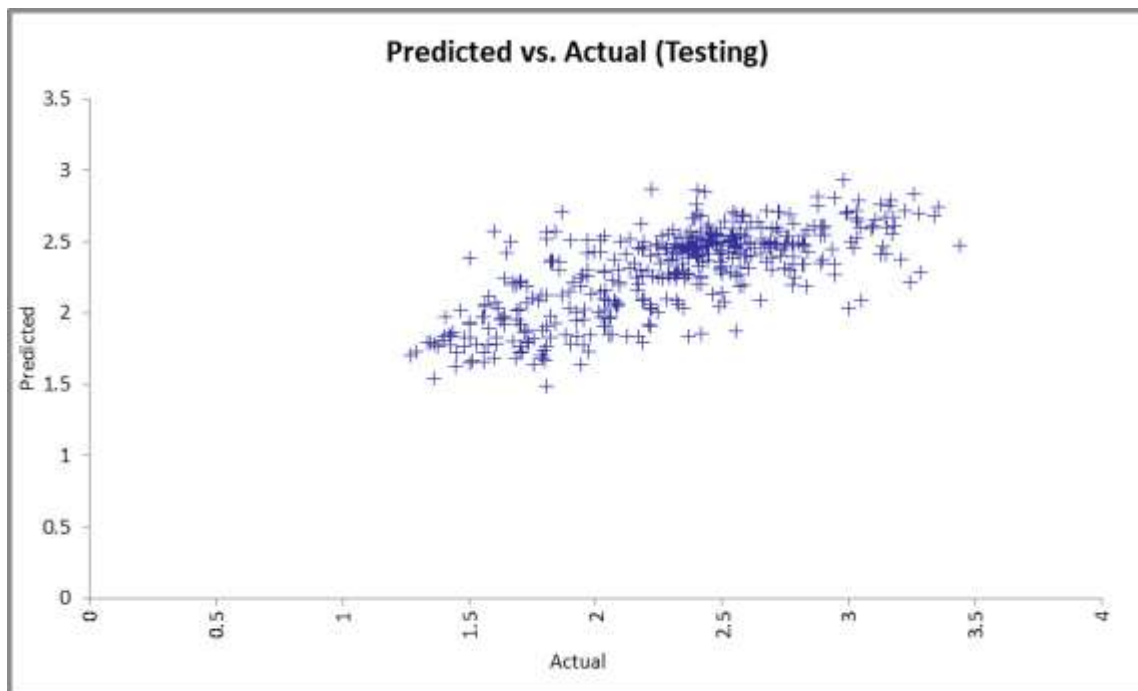
- Shpërndarja e ngarkesave të parashikuara (trajnuese) dhe ngarkesave që janë rezultat i diferencës midis ngarkesave aktuale (trajnuese) dhe të parashikuara (trajnuese)



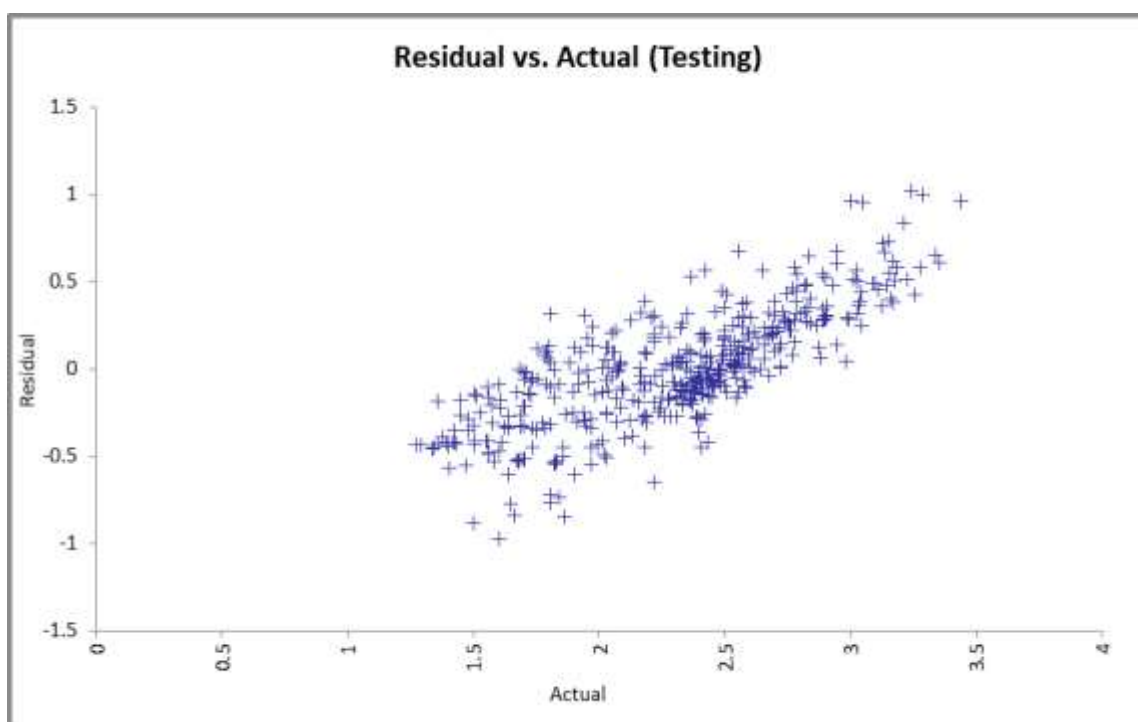
- Frekuenca e paraqitjes së ngarkesave që janë rezultat i diferencës së ngarkesave aktuale (testuese) dhe atyre të parashikuara (testuese)



-
- Shpërndarja e ngarkesave aktuale (testuese) dhe të parashikuara (testuese)



- Shpërndarja e ngarkesave aktuale (testuese) dhe ngarkesave që janë rezultat i diferencës midis ngarkesave aktuale (testuese) dhe të parashikuara (testuese)



-
- Shpërndarja e ngarkesave të parashikuara (trajnuese) dhe ngarkesave që janë rezultat i diferencës midis ngarkesave aktuale (trajnuese) dhe të parashikuara (trajnuese)

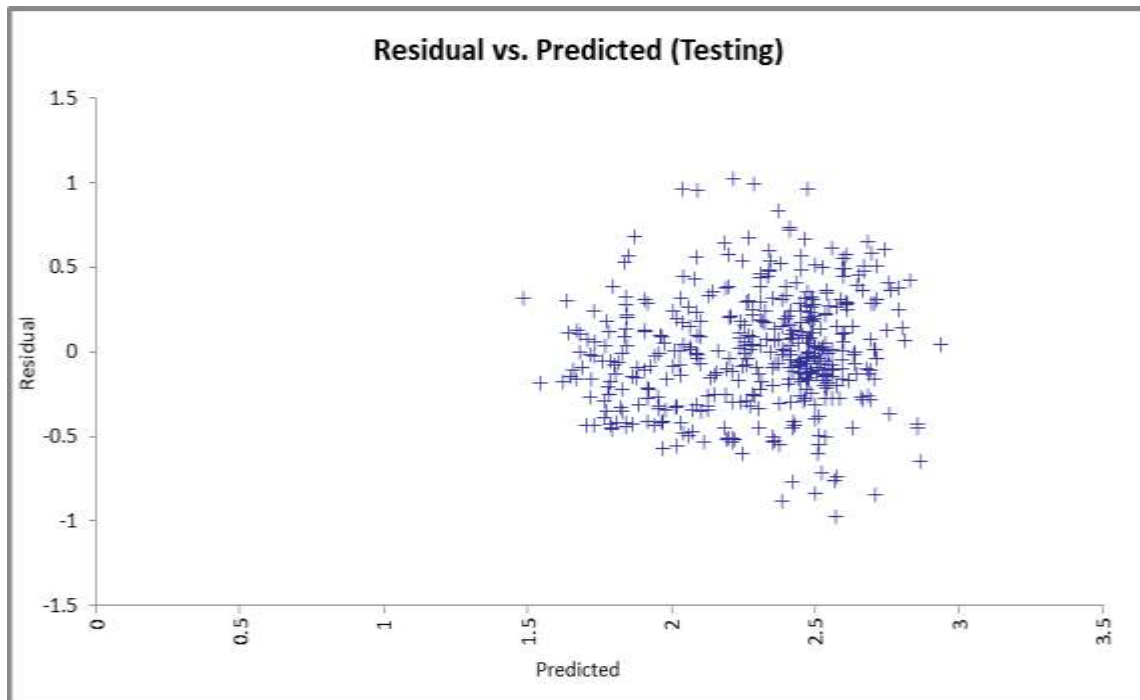
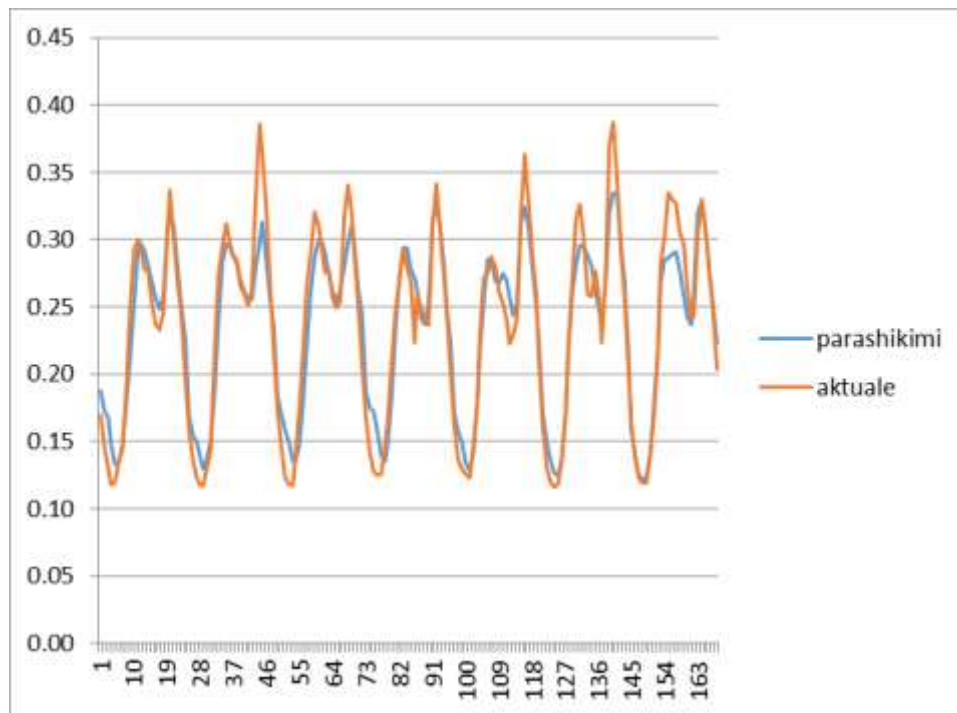


Tabela 5.3 Të dhënat përmbledhëse për parashikimin njëjavor të ngarkesave me anë të Rjeteve Artificiale Neurale

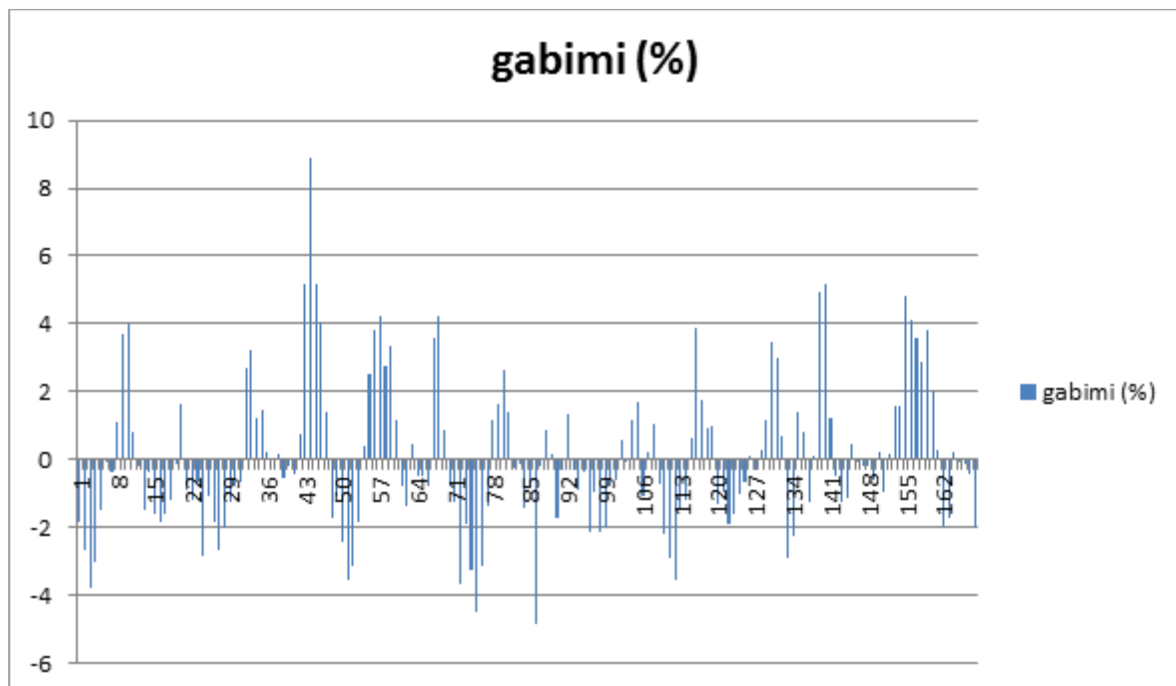
Përmbledhje	
<i>Informacioni mbi rrjetin</i>	
Emri	Rrjeti i trajnuar në Data Set #1
Konfigurimi	GRNN Parashikues numerik
Lokacioni	Ky punim/manual
Variablat e pavarura të kategorisë	0
Variablat e pavarura numerike	3 (ora, temp.(dry bulb), pika e njomjes)
Variablat e varura	Var.numerik (ngarkesa)
<i>Trajnimi</i>	
Nurmi i rasteve	1766
Koha e trajnimit	0:01:29
Numri i testeve	67
Arsyeja e ndaljes	Ndalje automatike (auto-stopped)
% Parashikimet e këqija (30% Tolerancë)	5.2095%
Gabim i mesatares së rrënjës katrore	0.3021
Gabim i mesatares absolute	0.2236
Devijim stand. i gabimit absol.	0.2031
<i>Testimi</i>	
Numri i rasteve	442
% Parashikimet e këqija (30% Toleranca)	7.2398%
Gabim i mesatares së rrënjës katrore	0.3239
Gabim i mesatares absolute	0.2500
Devijim stand. i gabimit absol.	0.2059
<i>Data Set</i>	
Emri	Data Set #1
Numri i rendeve	2208
Etiketa të manualit	JO

2- Konsumatori nr. 41506339

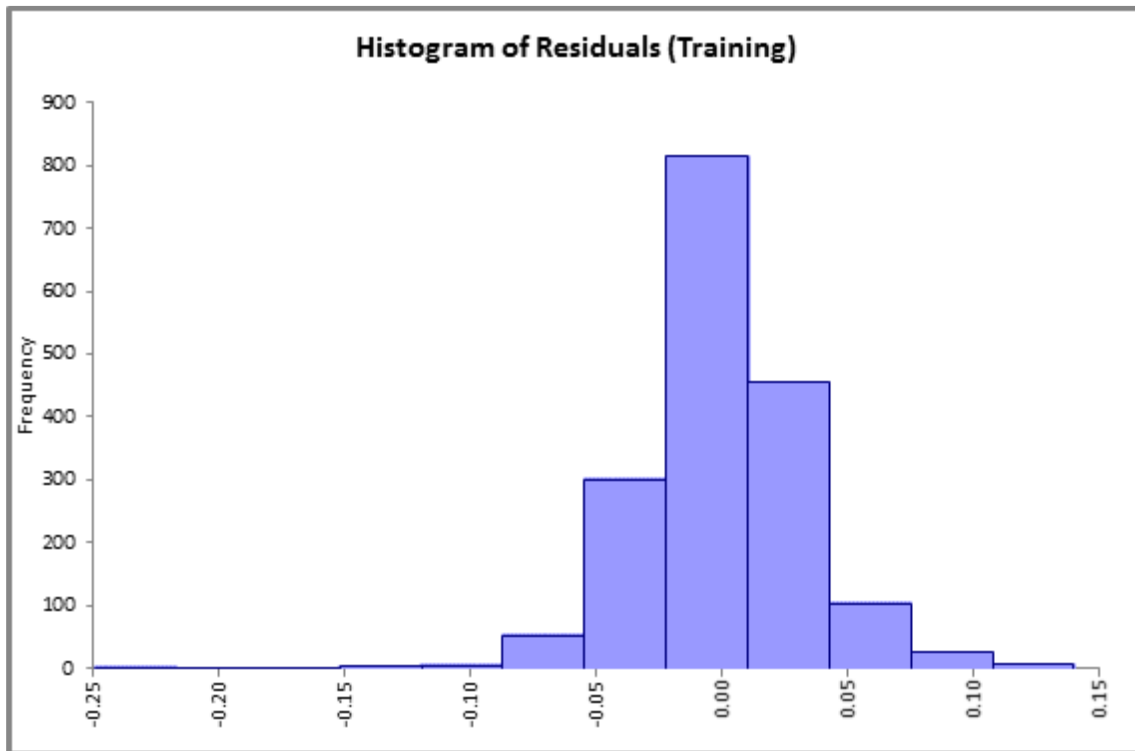
a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar



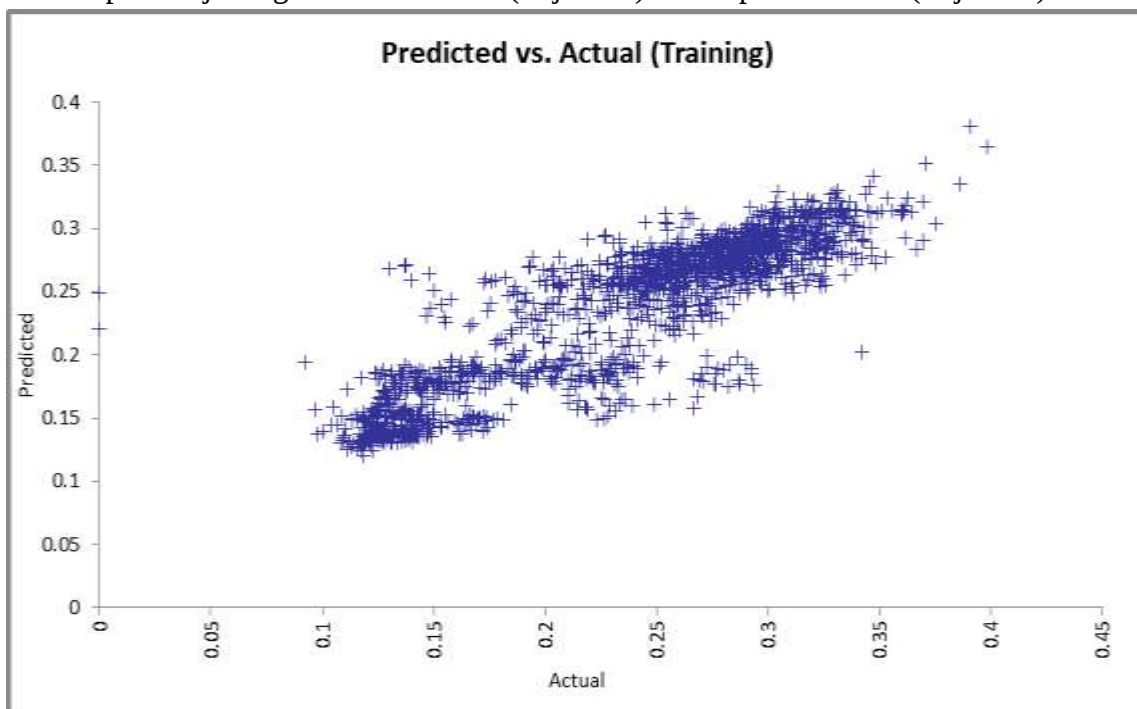
b. Grafiku që paraqet diferencën për çdo orë midis ngarkesës aktuale dhe asaj të paras



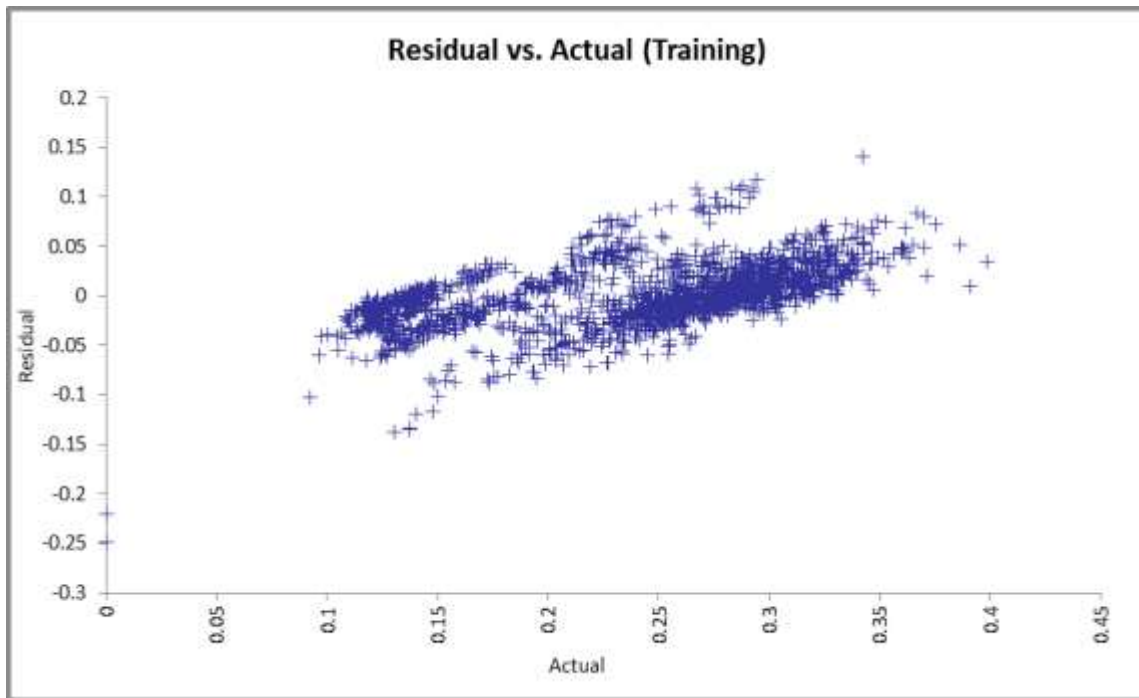
-
- c. Frekuenca e paraqitjes së ngarkesave të cilat janë rezultat i diferencës së ngarkesave aktuale (trajnuese) dhe atyre të parashikuara (trajnuese)



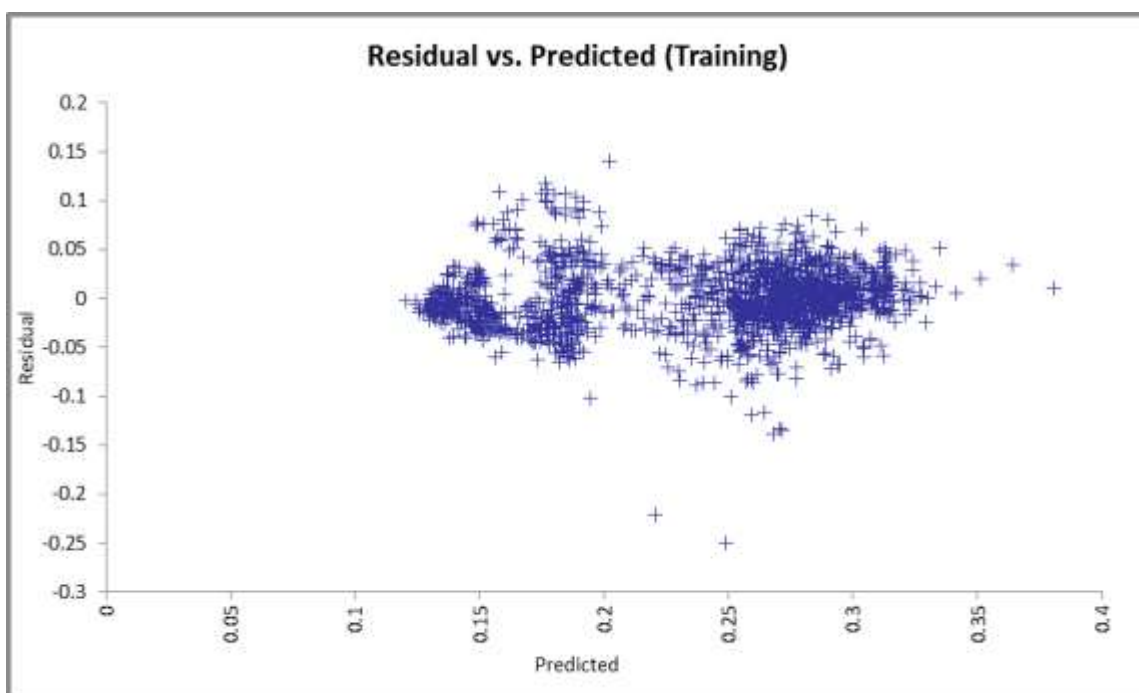
- d. Shpërndarja e ngarkesave aktuale (trajnuese) dhe të parashikuara (trajnuese)



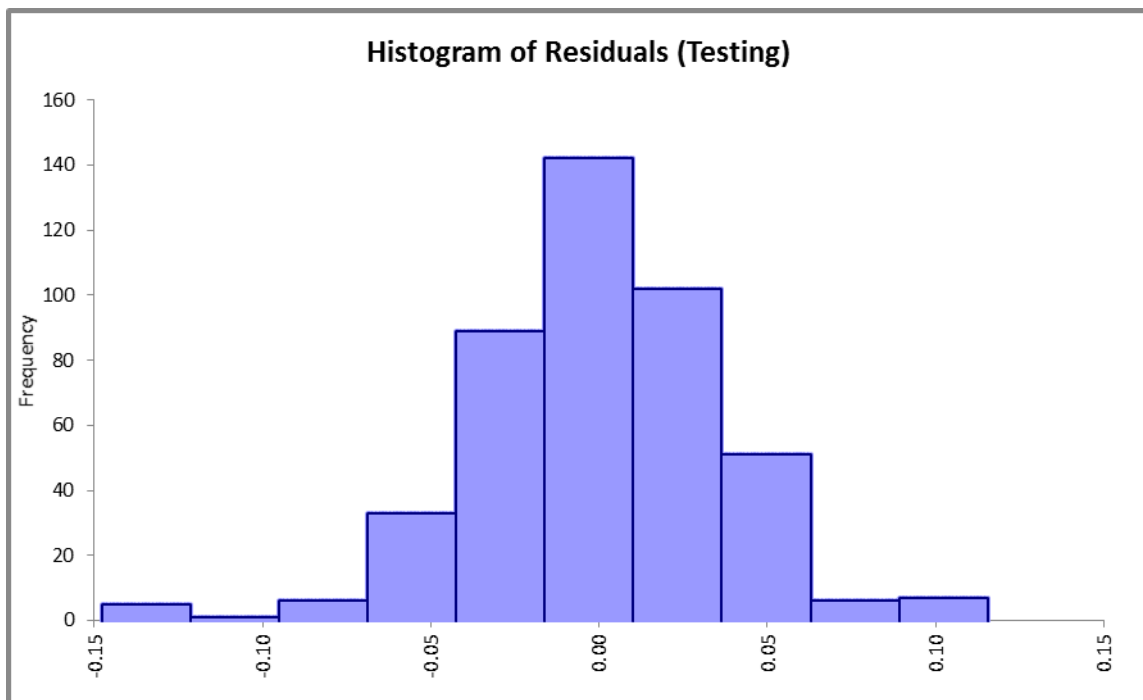
-
- e. Shpërndarja e ngarkesave të parashikuara (trajnuese) dhe ngarkesave të cilat janë rezultat i diferencës midis ngarkesave aktuale (trajnuese) dhe të parashikuara (trajnuese)



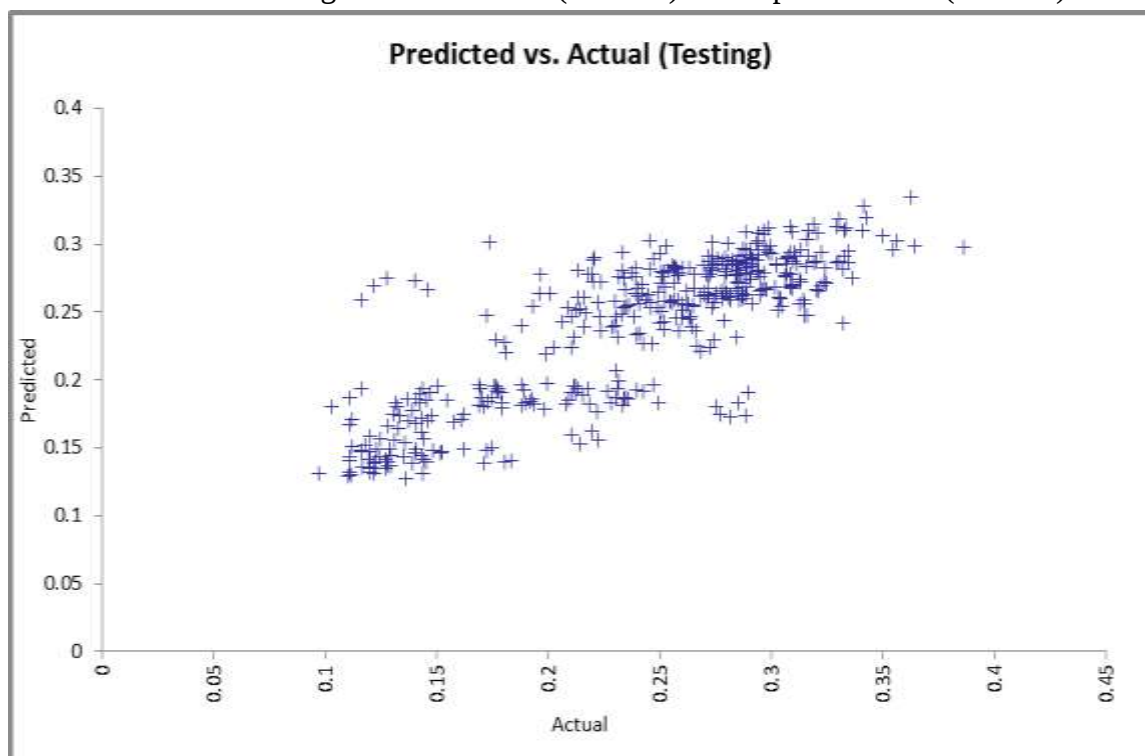
- f. Frekuenca e paraqitjes së ngarkesave të cilat janë rezultat i diferencës së ngarkesave aktuale (testuese) dhe atyre të parashikuara (testuese)



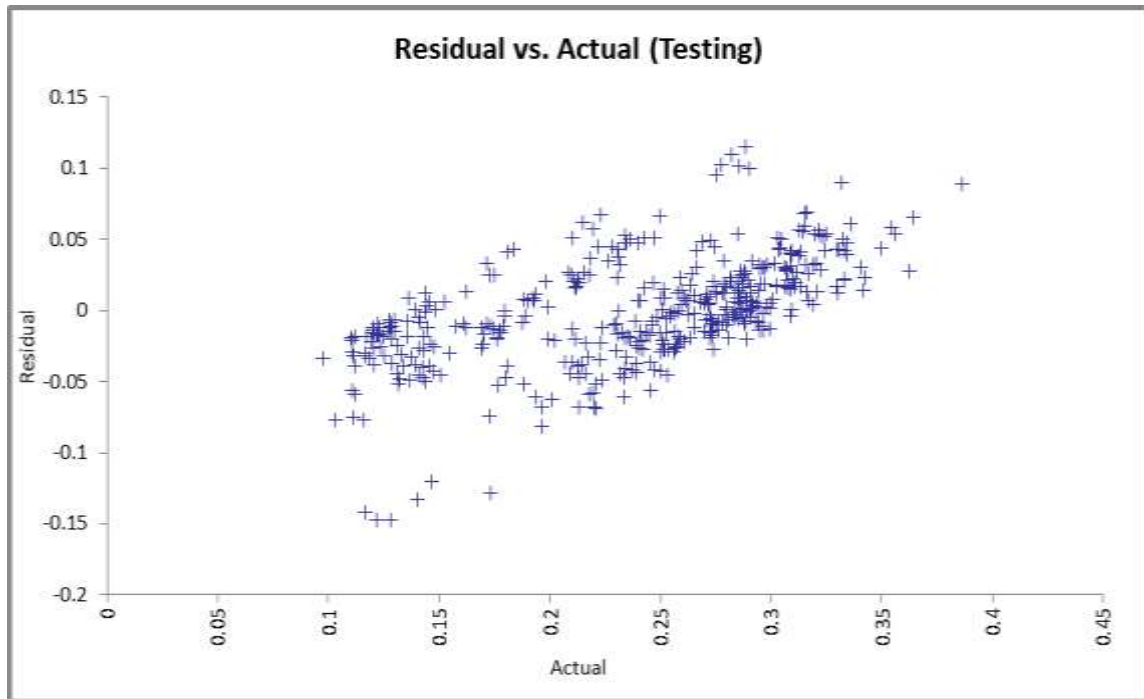
g. Shpërndarja e ngarkesave aktuale (testuese) dhe të parashikuara (testuese)



h. Shpërndarja e ngarkesave aktuale (testuese) dhe ngarkesave të cilat janë rezultat i diferencës midis ngarkesave aktuale (testuese) dhe të parashikuara (testuese)



-
- i. Shpërndarja e ngarkesave të parashikuara (trajnuese) dhe ngarkesave që janë rezultat i diferencës midis ngarkesave aktuale (trajnuese) dhe të parashikuara (trajnuese)



- j. Shpërndarja e ngarkesave të parashikuara (trajnuese) dhe ngarkesave të cilat janë rezultat i diferencës midis ngarkesave aktuale (trajnuese) dhe të parashikuara (trajnuese)

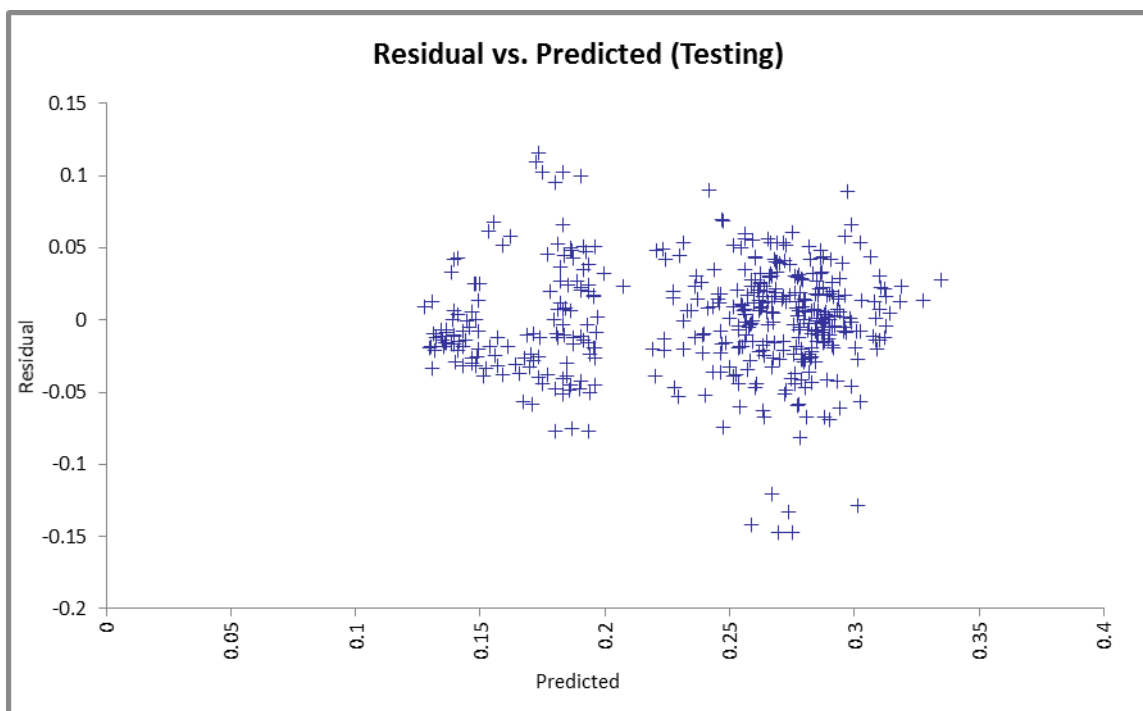
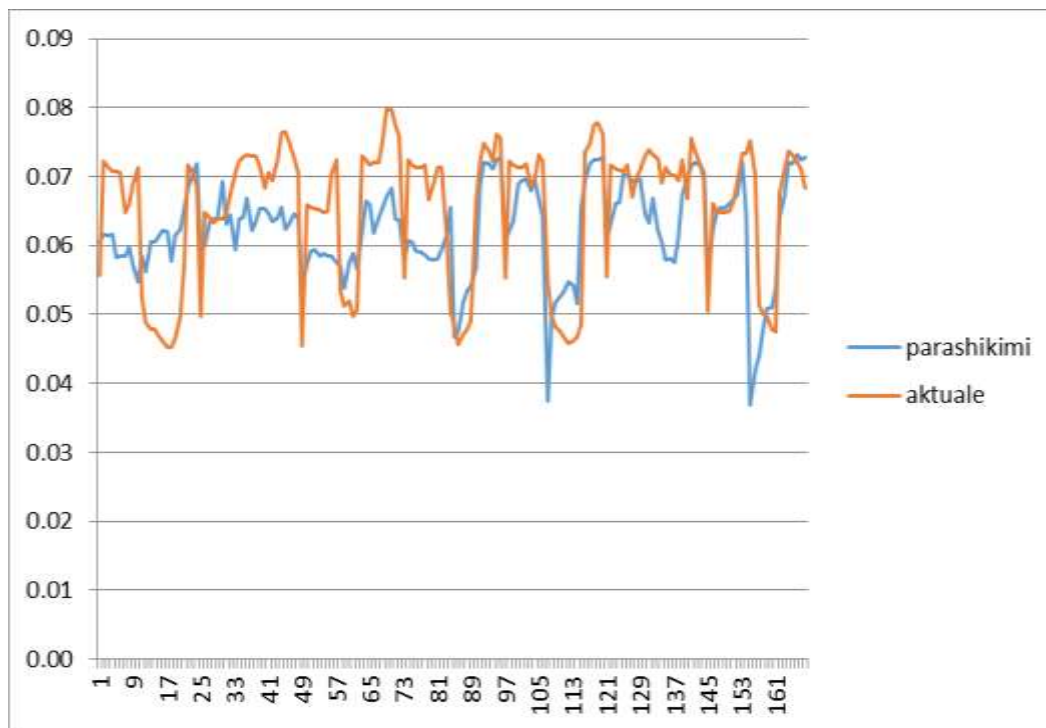


Tabela 5.4 Të dhënat përmbledhëse për parashikimin njëjavor të ngarkesave me anë të Rjeteve Artificiale Neurale

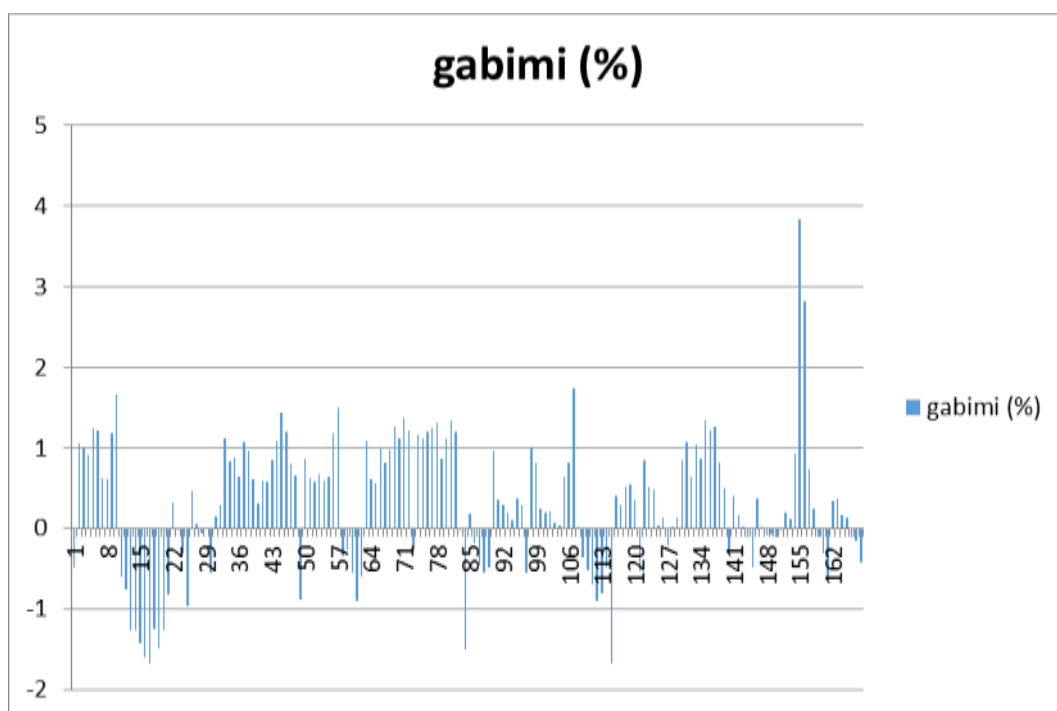
Përmbledhje	
Informacion mbi rrjetin	
Emri	Rrjeti i trajnuar në Data Set #1
Konfigurimi	GRNN Parashikuesi numerik
Lokacioni	Ky punim/maual
Variablat e pavarura të kategorisë	0
Variablat e pavarura numerike	3 (ora, temp.(dry bulb), pika e njomjes)
Variablat e varura	Var. numerik (ngarkesë)
Trajnimi	
Nurmi i rasteve	1766
Koha e trajnimit	0:00:44
Numri i testeve	66
Arsyeja e ndaljes	Ndalje autom.(Auto-Stopped)
% Parashikimet e këqija (30% Tolerancë)	6.5685%
Gabim i mesatares së rrënjës katrore	0.03187
Gabim i mesatares absolute	0.02346
Devijim stand. i gabimit absol.	0.02157
Testimi	
Numri i rasteve	442
% Parashikimet e këqija (30% Toleranca)	8.3710%
Gabim i mesatares së rrënjës katrore	0.03656
Gabim i mesatares absolute	0.02755
Devijim stand. i gabimit absol.	0.02404
Data Set	
Emri	Data Set #1
Numri i rendeve	2208
Etiketa të manualit	JO

3- Konsumatori nr. 41506338

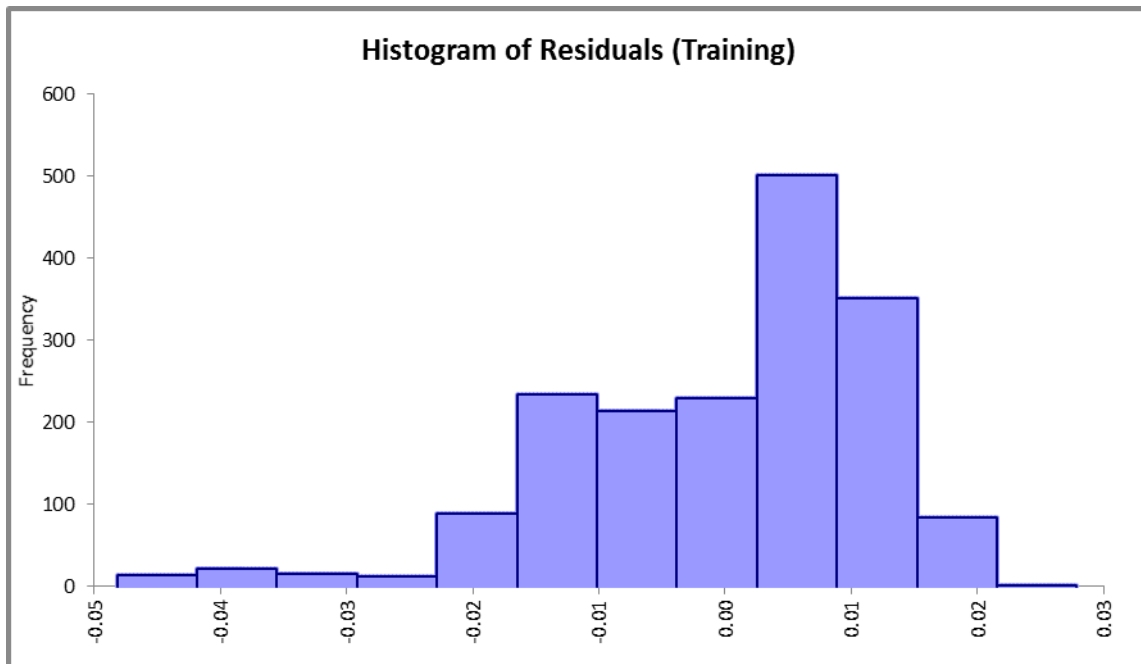
a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar



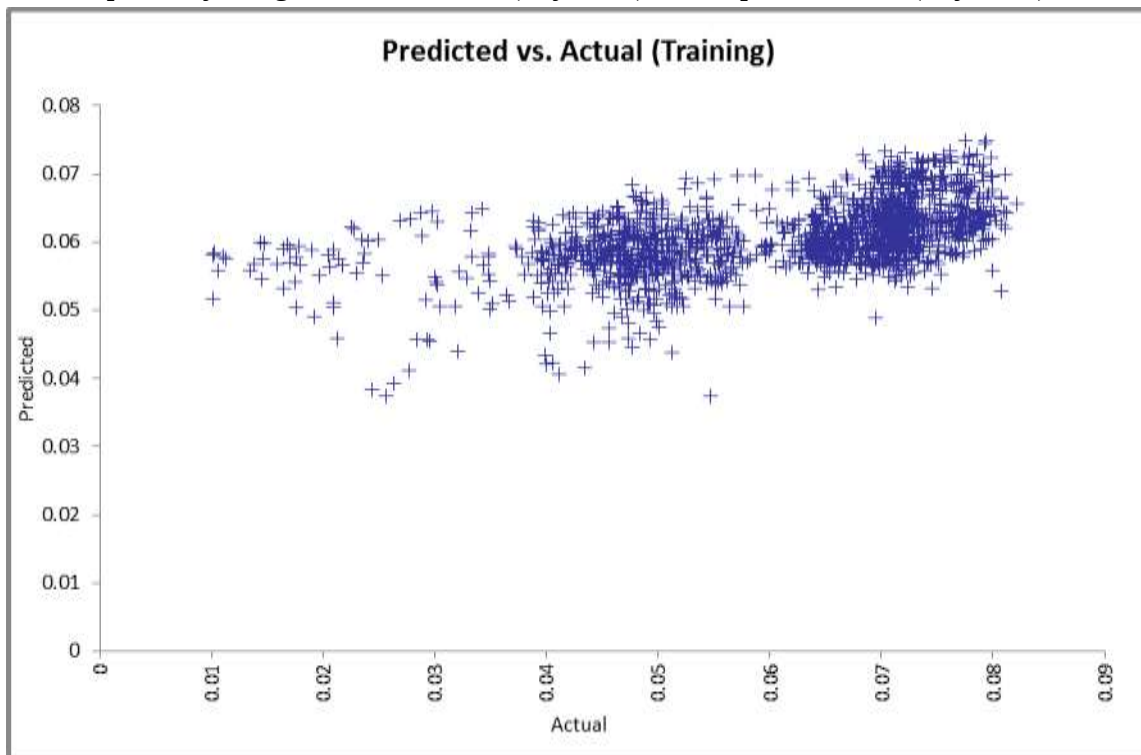
b. Grafiku që paraqet diferencën për çdo orë midis ngarkesës aktuale dhe asaj të parashikuar



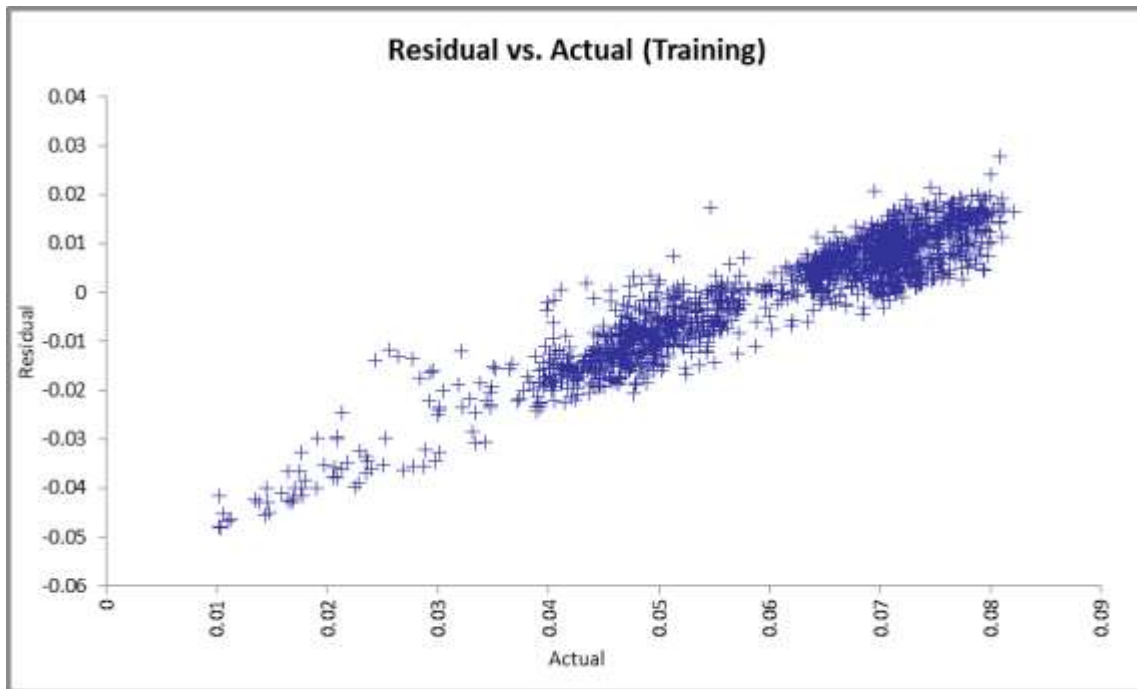
- c. Frekuenca e paraqitjes së ngarkesave të cilat janë rezultat i diferencës së ngarkesave aktuale (trajnuese) dhe atyre të parashikuara (trajnuese)



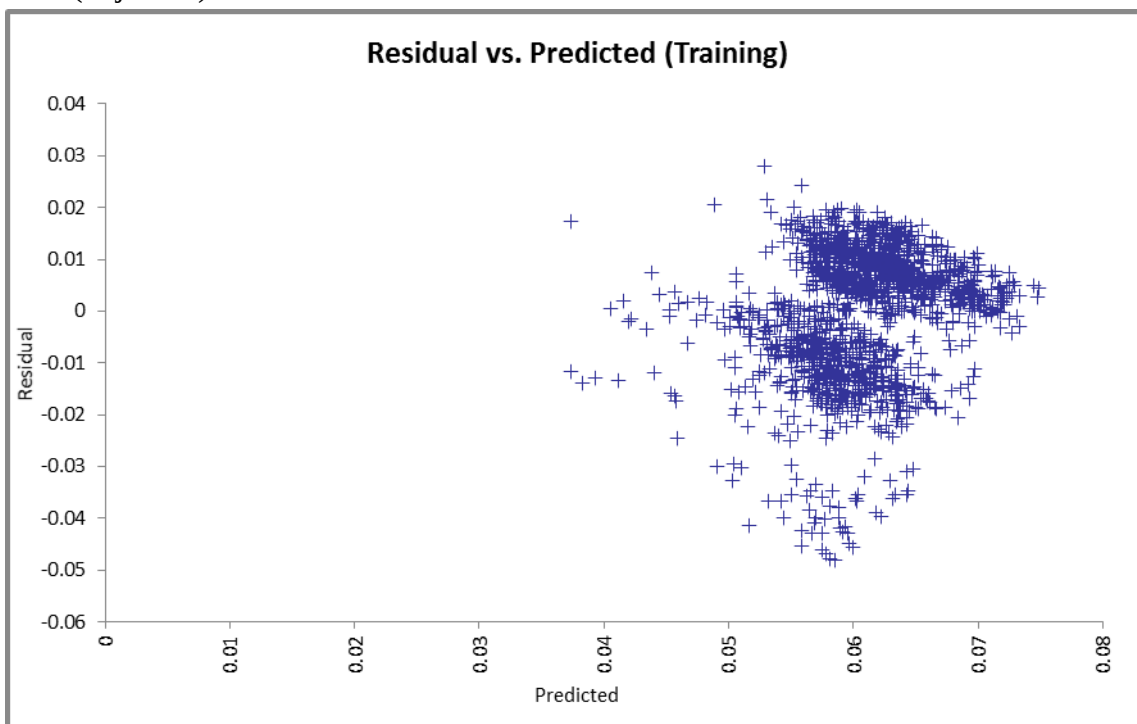
- d. Shpërndarja e ngarkesave aktuale (trajnuese) dhe të parashikuara (trajnuese)



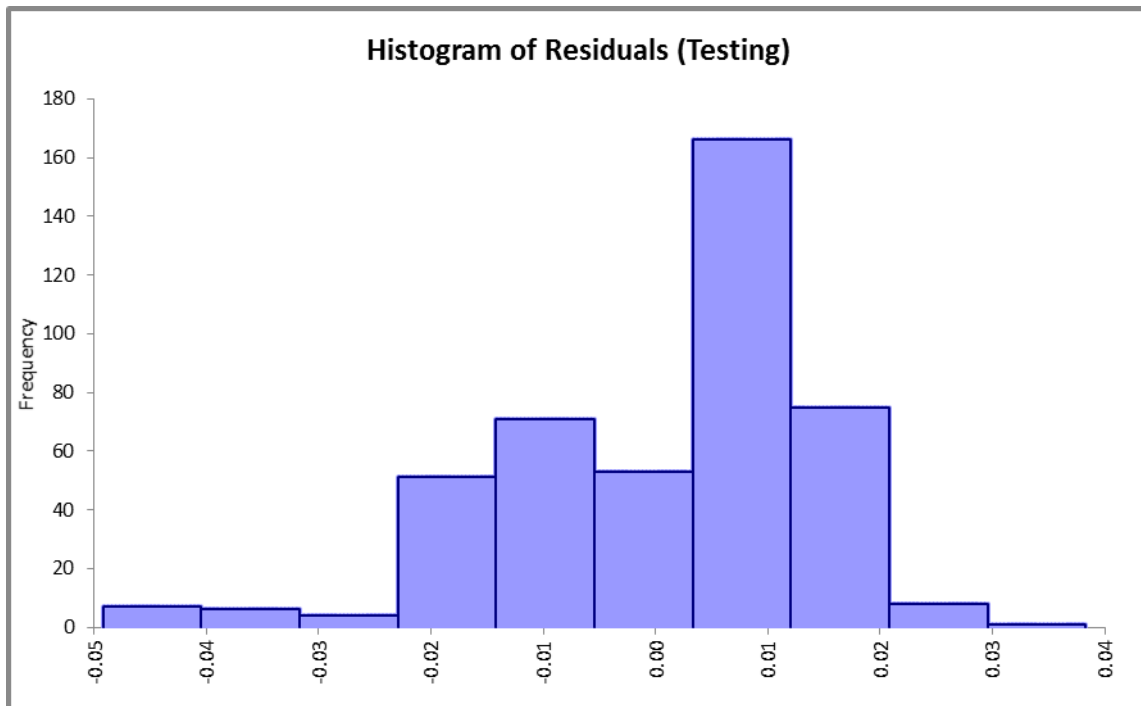
-
- e. Shpërndarja e ngarkesave aktuale (trajnuese) dhe ngarkesave të cilat janë rezultat i diferencës midis ngarkesave aktuale (trajnuese) dhe të parashikuara (trajnuese)



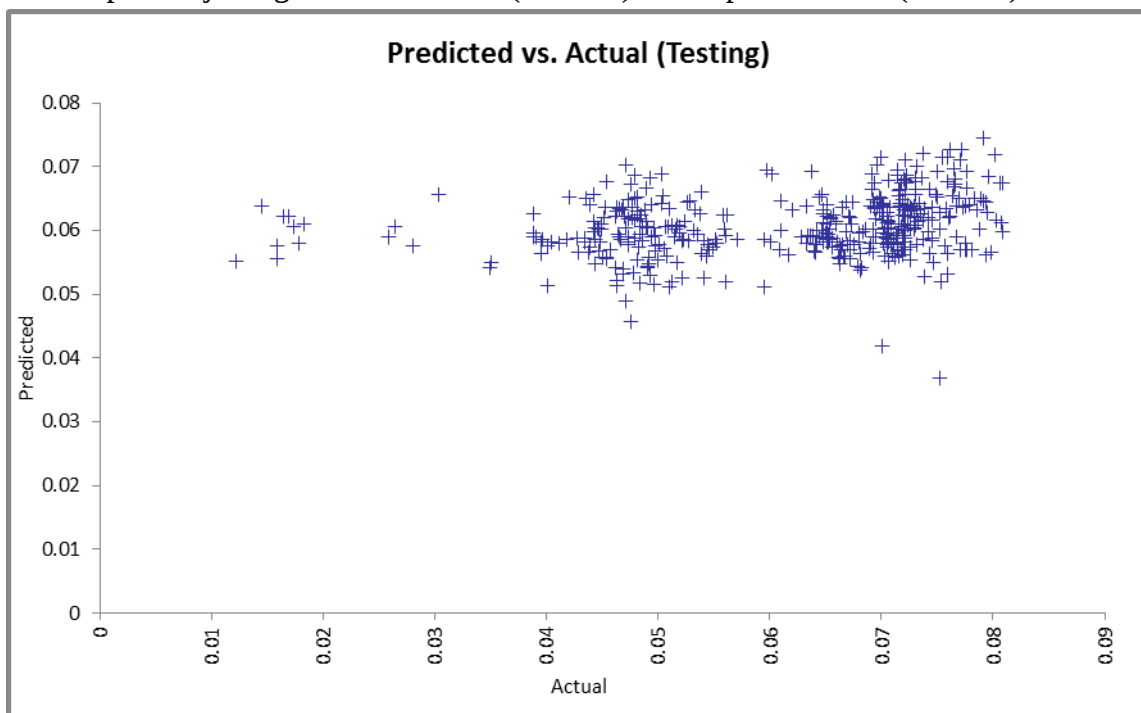
- f. Shpërndarja e ngarkesave të parashikuara (trajnuese) dhe ngarkesave të cilat janë rezultat i diferencës midis ngarkesave aktuale (trajnuese) dhe të parashikuara (trajnuese)



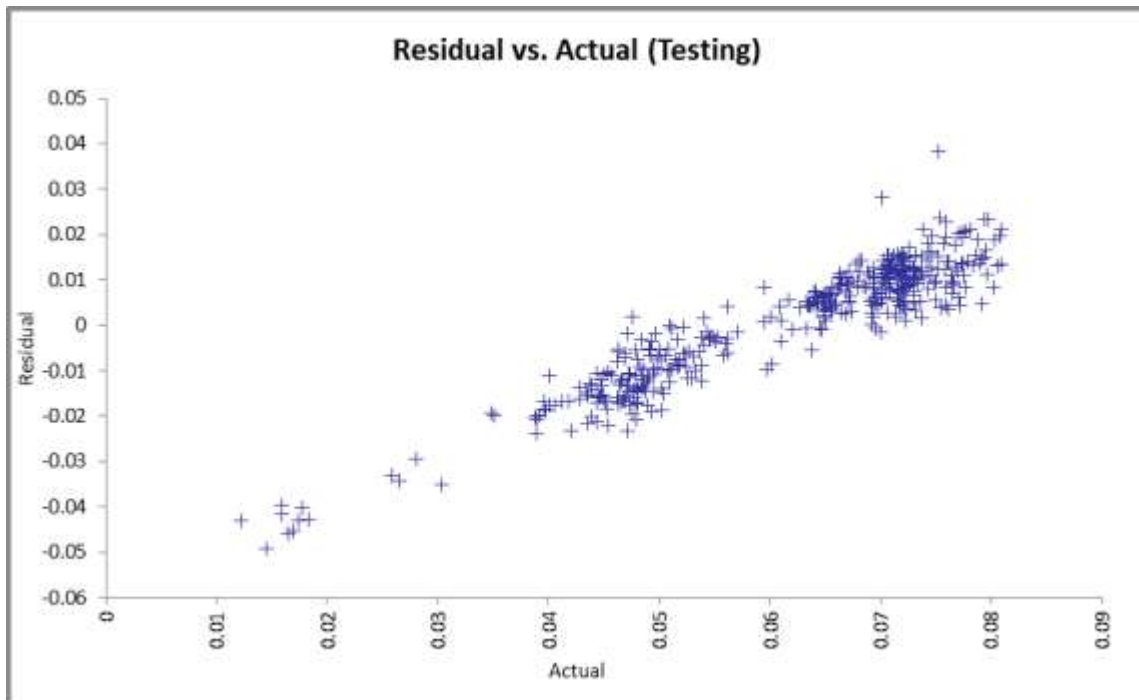
- g. Frekuenca e paraqitjes së ngarkesave të cilat janë rezultat i diferencës së ngarkesave aktuale (testuese) dhe atyre të parashikuara (testuese)



- h. Shpërndarja e ngarkesave aktuale (testuese) dhe të parashikuara (testuese)



-
- i. Shpërndarja e ngarkesave aktuale (testuese) dhe ngarkesave të cilat janë rezultat i diferencës midis ngarkesave aktuale (testuese) dhe të parashikuara (testuese)



- j. Shpërndarja e ngarkesave të parashikuara (trajnuese) dhe ngarkesave të cilat janë rezultat i diferencës midis ngarkesave aktuale (trajnuese) dhe të parashikuara (trajnuese)

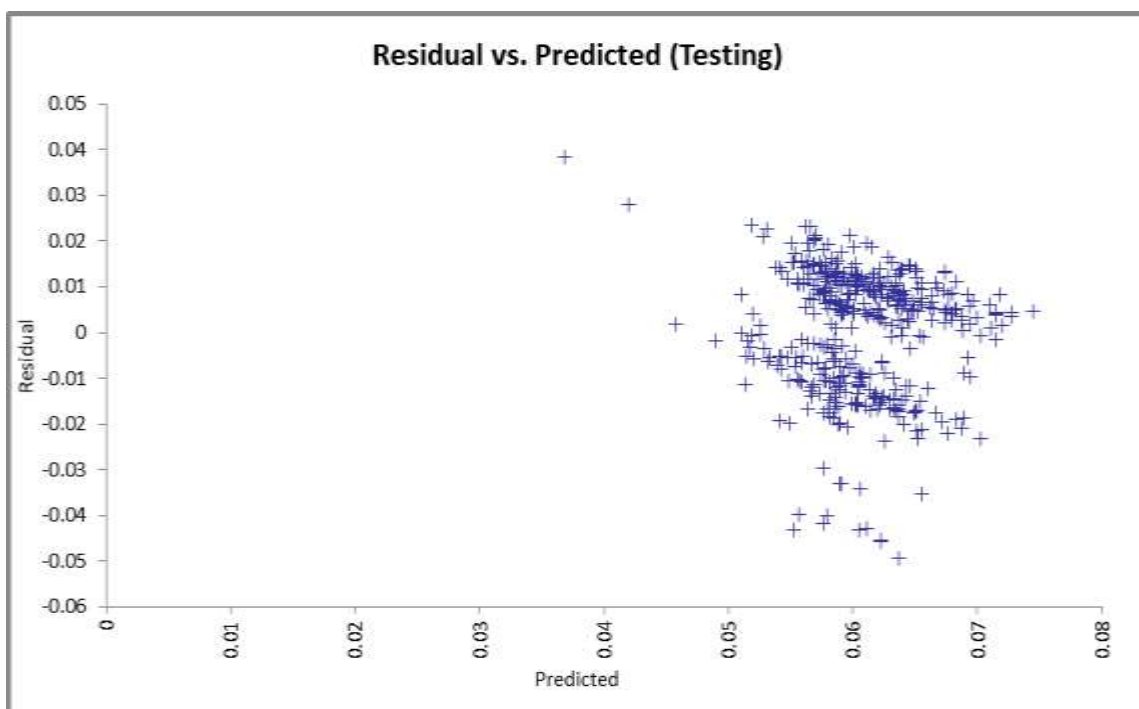
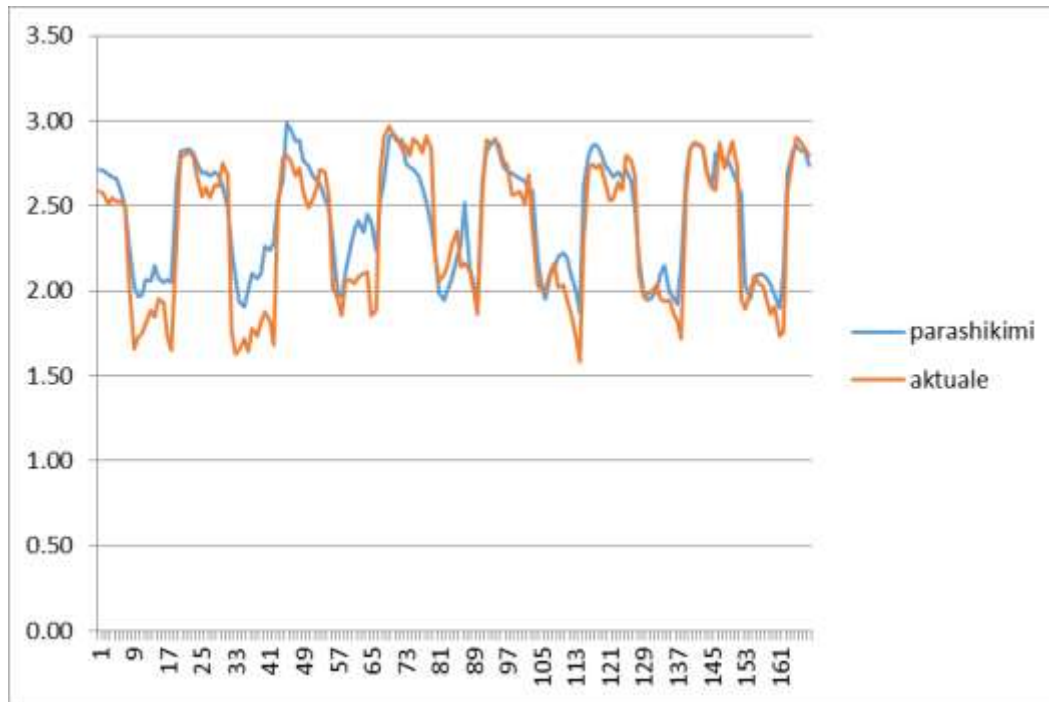


Tabela 5.5 Të dhënat përmbledhëse për parashikimin njëjavor të ngarkesave me anë të Rjeteve Artificiale Neurale

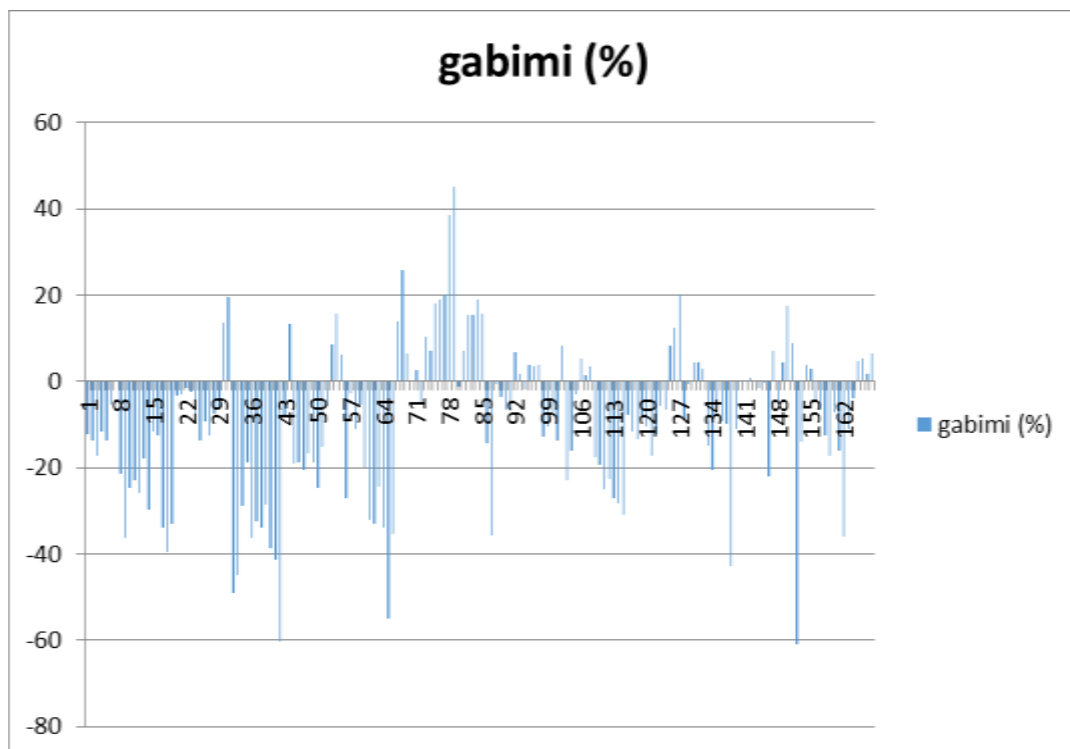
Përmbledhje	
<i>Informacion mbi rrjetin</i>	
Emri	Rrjeti i trajnuar në Data Set #1
Konfigurimi	GRNN Parashikuesi numerik
Lokacioni	Ky punim/maual
Variablat e pavarura të kategorisë	0
Variablat e pavarura numerike	3 (ora, temp.(dry bulb), pika e njomjes)
Variablat e varura	Var. numerik (ngarkesë)
<i>Trajnimi</i>	
Nurmi i rasteve	1766
Koha e trajnimit	0:00:51
Numri i testeve	59
Arsyeja e ndaljes	Ndal. autom.(Auto-Stopped)
% Parashikimet e këqija (30% Tolerancë)	14.1563%
Gabim i mesatares së rrënjës katrore	0.01212
Gabim i mesatares absolute	0.009830
Devijim stand. i gabimit absol.	0.007098
<i>Testimi</i>	
Numri i rasteve	442
% Parashikimet e këqija (30% Toleranca)	15.8371%
Gabim i mesatares së rrënjës katrore	0.01353
Gabim i mesatares absolute	0.01121
Devijim stand. i gabimit absol.	0.007584
<i>Data Set</i>	
Emri	Data Set #1
Numri i rendeve	2208
Etiketa të manualit	JO

4- Parashikimi i ngarkesës për të gjithë konsumatorët e Sharrcemit

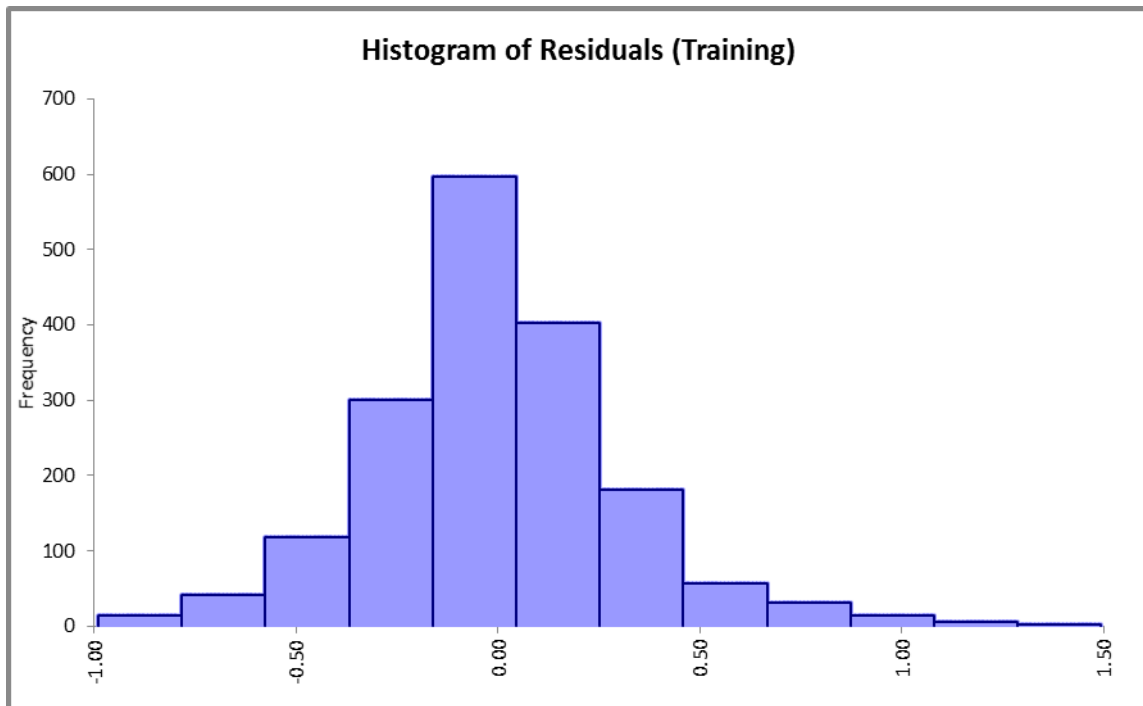
a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar



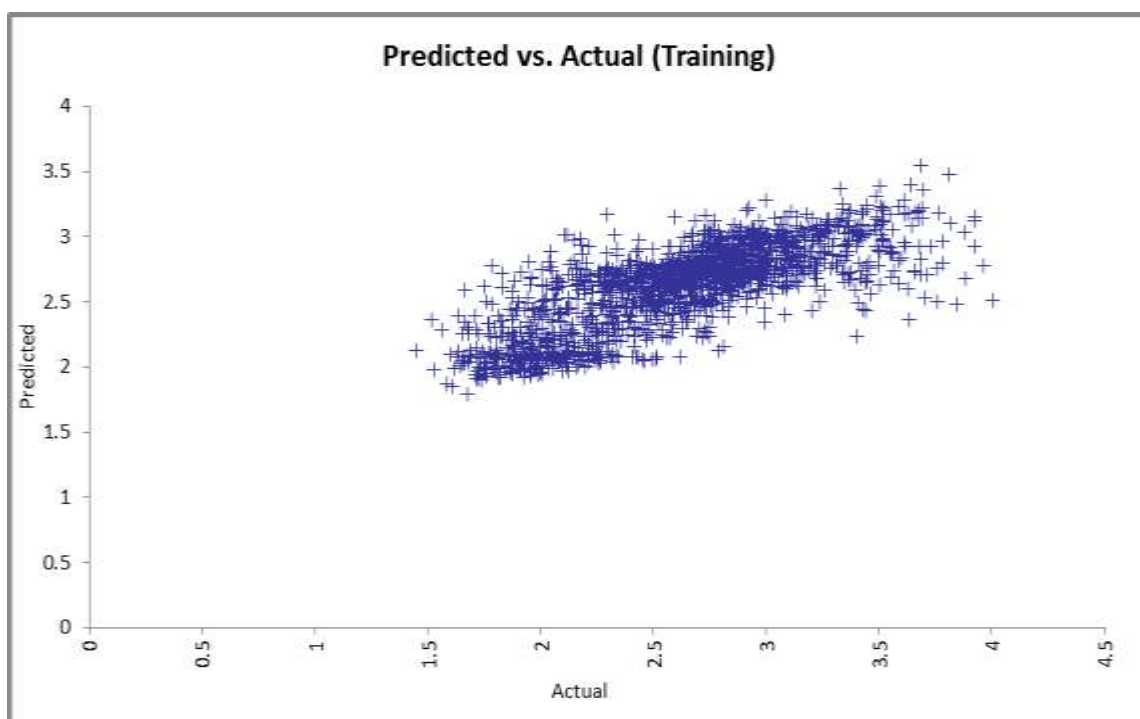
b. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar



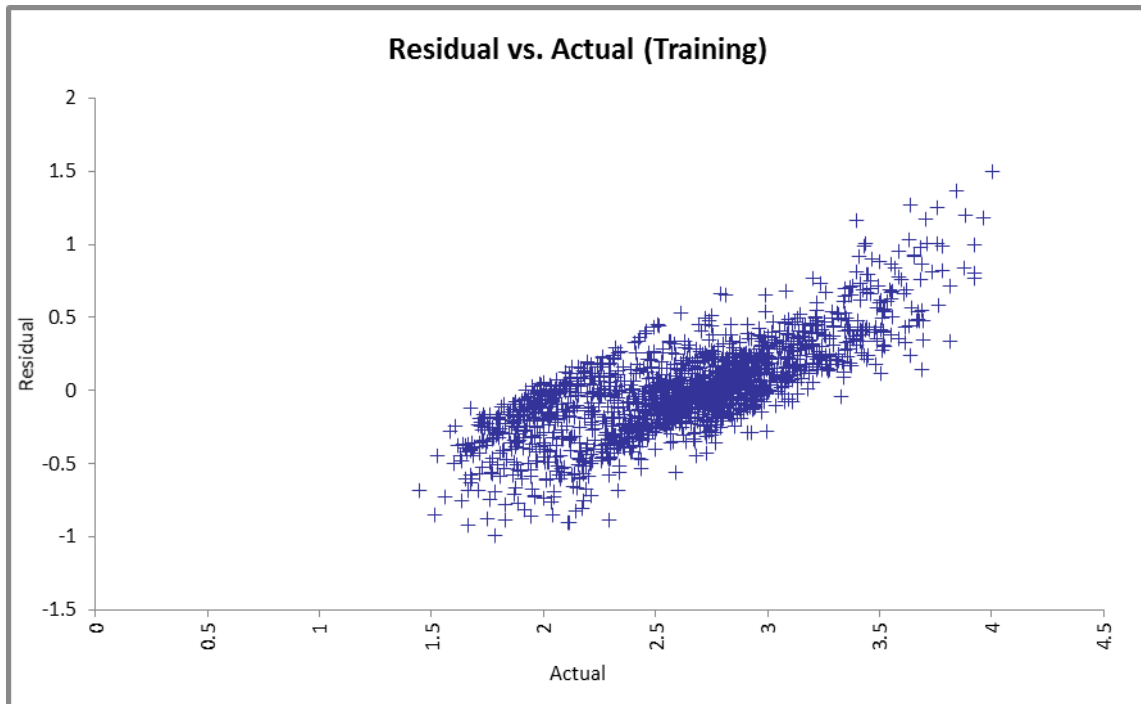
c. Frekuenca e paraqitjes së ngarkesave të cilat janë rezultat i diferencës së ngarkesave aktuale (trajnuese) dhe atyre të parashikuara (trajnuese)



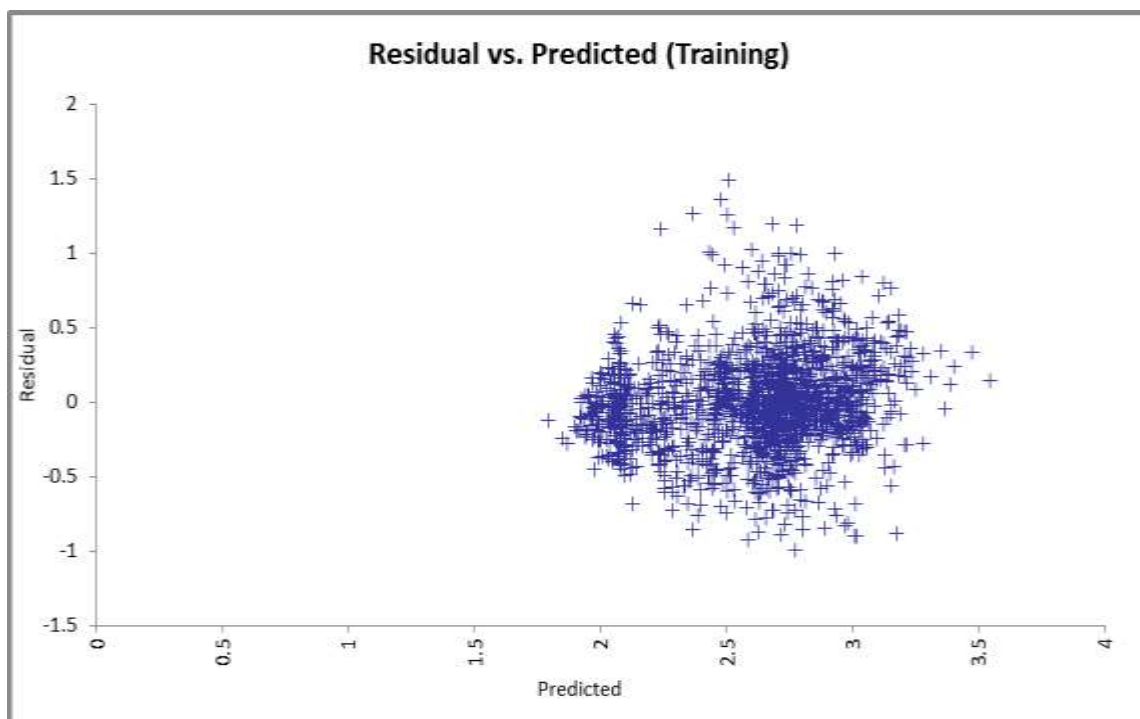
d. Shpërndarja e ngarkesave aktuale (trajnuese) dhe të parashikuara (trajnuese)



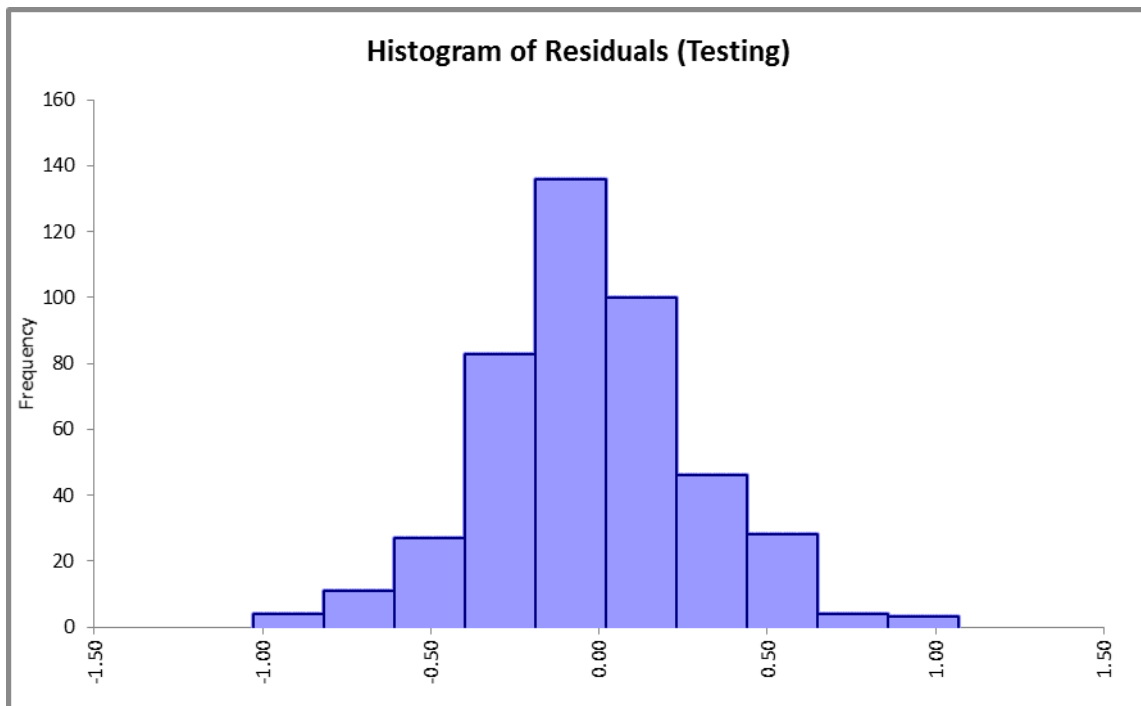
e. Shpërndarja e ngarkesave aktuale (trajnuese) dhe ngarkesave të cilat janë rezultat i diferencës midis ngarkesave aktuale (trajnuese) dhe të parashikuara (trajnuese)



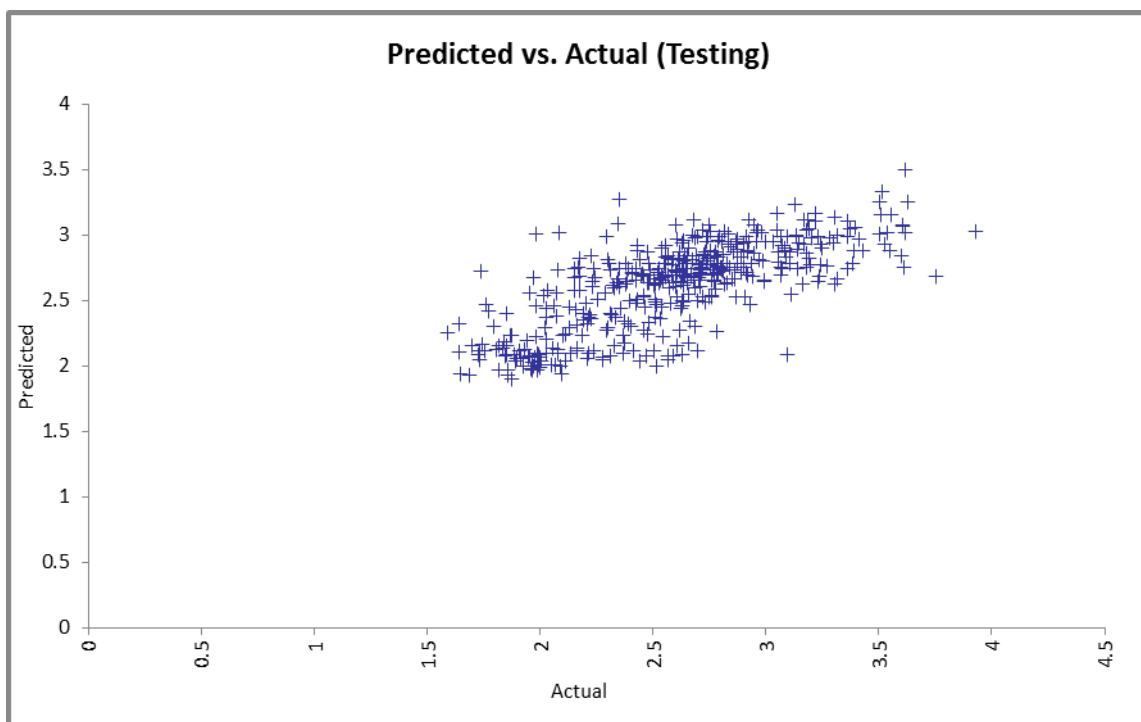
f. Shpërndarja e ngarkesave të parashikuara (trajnuese) dhe ngarkesave të cilat janë rezultat i diferencës midis ngarkesave aktuale (trajnuese) dhe të parashikuara (trajnuese)



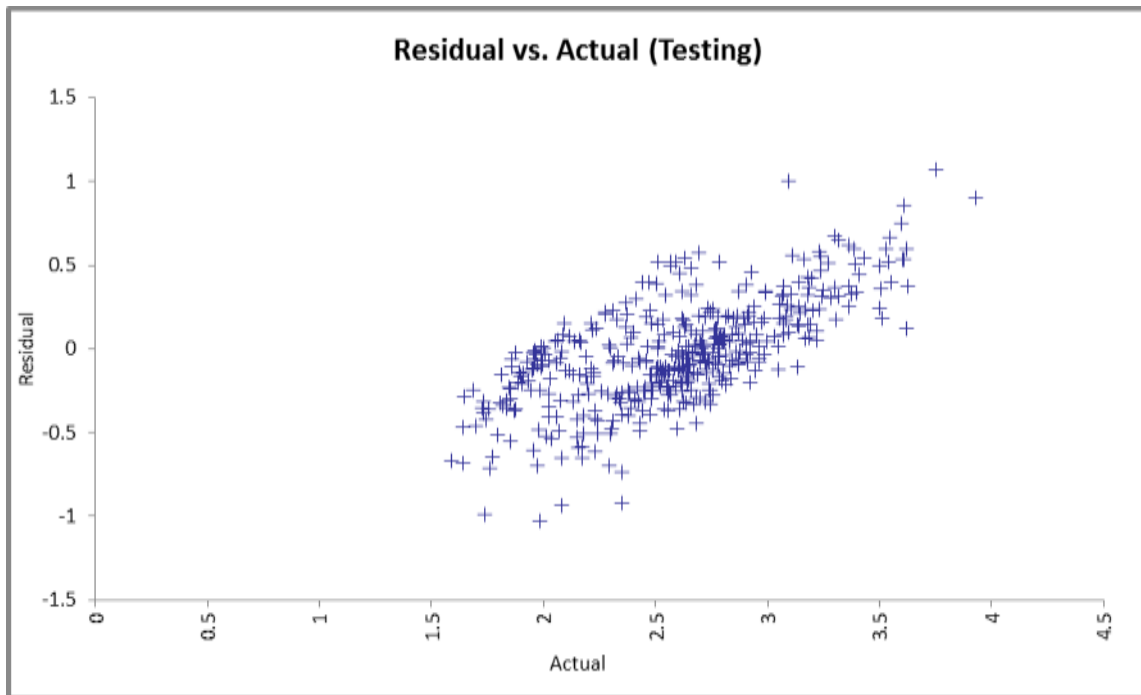
g. Frekuenca e paraqitjes së ngarkesave të cilat janë rezultat i diferencës së ngarkesave aktuale (testuese) dhe atyre të parashikuara (testuese)



h. Shpërndarja e ngarkesave aktuale (testuese) dhe të parashikuara (testuese)



-
- i. Shpërndarja e ngarkesave aktuale (testuese) dhe ngarkesave të cilat janë rezultat i diferencës midis ngarkesave aktuale (testuese) dhe të parashikuara (testuese)



- j. Shpërndarja e ngarkesave të parashikuara (trajnuese) dhe ngarkesave të cilat janë rezultat i diferencës midis ngarkesave aktuale (trajnuese) dhe të parashikuara (trajnuese)

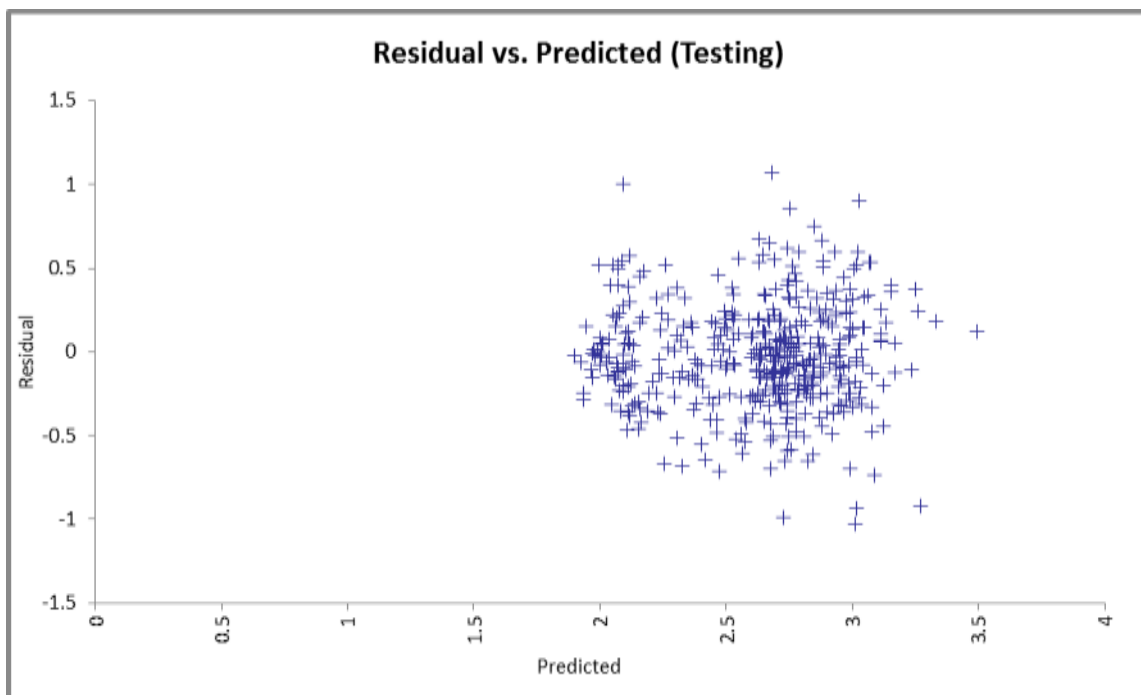


Tabela 5.6 Të dhënat përmbledhëse për parashikimin njëjavor të ngarkesave me anë të Rjeteve Artificiale Neurale

Përmbledhje	
<i>Informacion mbi rrjetin</i>	
Emri	Rrjeti i trajnuar në Data Set #1
Konfigurimi	GRNN Parashikuesi numerik
Lokacioni	Ky punim/maual
Variablat e pavarura të kategorisë	0
Variablat e pavarura numerike	3 (ora, temp.(dry bulb), pika e njomjes)
Variablat e varura	Var. numerik (ngarkesë)
<i>Trajnimi</i>	
Nurmi i rasteve	1766
Koha e trajnimit	0:01:30
Numri i testeve	67
Arsyeja e ndaljes	Ndal.automat.(Auto-Stopped)
% Parashikimet e këqija (30% Tolerancë)	3.2843%
Gabim i mesatares së rrënjës katrore	0.3098
Gabim i mesatares absolute	0.2289
Devijim stand. i gabimit absol.	0.2087
<i>Testimi</i>	
Numri i rasteve	442
% Parashikimet e këqija (30% Toleranca)	3.1674%
Gabim i mesatares së rrënjës katrore	0.3118
Gabim i mesatares absolute	0.2402
Devijim stand. i gabimit absol.	0.1987
<i>Data Set</i>	
Emri	Data Set #1
Numri i rendeve	2208
Etiketa të manualit	JO

Në tabelën 5.7 është paraqitur përmbledhja e diferencave në përqindje (%) midis ngarkesës mesatare aktuale dhe asaj të parashikuar për konsumatorët e Sharrçemit, në rastin kur bëjmë parashikimin njëjavor të ngarkesës.

Tabela 5.7 Diferenca midis ngarkesës aktuale dhe asaj të parashikuar

Sharrçemi			
Konsumatori	Ngarkesa aktuale	Ngarkesa e parashikuar	Diferenca (%)
40863933	2.046382952	2.15	-10.3617
41506339	0.2356375	0.24	-0.43625
41506338	0.065322619	0.06	0.532262
totale	2.3447341071	2.44	-9.52659

PËRFUNDIM

Parashikimi afatshkurtër i ngarkesës duhet të marrë parasysh shumë faktorë, si faktorët e kohës, të dhënat e motit dhe kategoritë e mundshme të konsumatorëve. Parashikimi afatmesëm dhe afatgjatë marrin parasysh ngarkesën historike dhe të dhënat atmosferike, numrin e konsumatorëve në kategori të ndryshme, të dhënat ekonomike dhe demografike dhe parashikimet e tyre, pastaj të dhënat nga shitja dhe nga faktorë të tjerë.

Faktorët e atmosferikë përfshijnë kohën gjatë vitit, ditët e javës dhe orët e ditës. Ka ndryshime thelbësore në ngarkesë ndërmjet ditëve të javës dhe fundjavave. Ngarkesa në ditë të ndryshme të javës mundet që të sillet në mënyrë të ndryshme. Për shembull, të hënave dhe të premteve, që janë afër me fundjavën, mund të kenë strukturim të ndryshëm të ngarkesës për dallim nga e marta deri të enjten. Kjo është veçanërisht e vërtetë gjatë verës. Pushimet janë më të vështira për t'u parashikuar sesa ditët që nuk janë pushim.

Kushtet atmosferike ndikojnë shumë te ngarkesa. Në fakt, parametrat e parashikuar të motit janë faktorët më të rëndësishëm në parashikimin afatshkurtër të ngarkesës. Variabla të ndryshëm atmosferikë mund të merren në konsideratë për parashikimin e ngarkesës. Temperatura dhe lagështia janë parashikuesit më të përdorshëm të ngarkesës.

Për të rritur saktësinë e parashikimit të ngarkesës duhet që të merren parasysh më shumë faktorë se sa janë marrë në rastin tonë. Për shembull, ne si faktorë atmosferikë kemi marrë vetëm temperaturën dhe lagështinë. Në qoftë se do të kishim edhe të dhënat mbi lagështinë, numrin e konsumatorëve, të dhëna mbi faktorët demografikë dhe ekonomikë të ngarkesës, përbërjen e ngarkesës, faktorin e prishjes së rehatisë (DI- discomfort index) dhe faktorin e temperaturës dhe lagështisë (THI- temepeature humidity index), atëherë mund të merrnim rezultate më të sakta mbi parashikimin e ngarkesave elektrike. Sa më të sakta të jenë parashikimet atmosferike aq edhe më të sakta do të jenë parashikimet e ngarkesave.

Faktorë shumë të rëndësishëm të cilët ndikojnë në saktësinë e parashikimit të ngarkesës gjithashtu janë edhe të dhënat historike të ngarkesës. Në rastin tonë ne kishim vetëm tre muaj të dhëna mbi ngarkesën por një numër i tillë të dhënash është i pamjaftueshëm për të bërë një parashikim të saktë. Sa më i madh të jetë intervali i ngarkesave historike të cilat merren në shqyrtim, aq më i besueshëm dhe më i saktë bëhet parashikimi i ngarkesës.

Saktësia e parashikimit mund të përmirësohet në qoftë se do të studioheshin modelet statistikore të lartpërmendura dhe do të zhvilloheshin teori matematikore që do të shpjegojnë konvergjencën e këtyre algoritmeve. Kërkimet gjithashtu duhet të hulumtojnë kufijtë e aplikimit të modeleve dhe algoritmeve të zhvilluara. Kështu, nuk është vetëm një model apo algoritëm që është superior për të gjitha shërbimet. Arsyeja është se këto zona shërbimesh variojnë në përzierje të ndryshme të konsumatorëve industrial, tregtar dhe rezidencial. Ato gjithashtu variojnë edhe nga karakteristikat gjeografike, klimaterike, ekonomike dhe sociale. Zgjedhja e algoritmit më të përshtatshëm për një shërbim mund të bëhet duke testuar algoritmin me të dhëna reale. Në fakt, disa kompani shërbimesh përdorin disa metoda parashikimi në të njëjtën kohë. Një çështje e rëndësishme është hulumtimi i ndjeshmërisë së algoritmeve dhe modeleve të parashikimit të ngarkesës ndaj numrit të konsumatorëve, karakteristikave të zonës, çmimit të energjisë dhe faktorëve të tjerë.

REFERENCAT

- [1] A.G. Bakirtzis, V. Petridis, S.J. Kiartzis, M.C. Alexiadis, and A.H. Maissis. A Neural Network Short-Term Load Forecasting Model for the Greek Power System. *IEEE Transactions on Power Systems*, 11:858–863, 1996.
- [2] B.J. Chen, M.W. Chang, and C.J. Lin. Load Forecasting using Support Vector Machines: A Study on EUNITE Competition 2001. Technical report, Department of Computer Science and Information Engineering, National Taiwan University, 2002.
- [3] W. Charytoniuk, M.S. Chen, and P. Van Olinda. Nonparametric Regression Based Short-Term Load Forecasting. *IEEE Transactions on Power Systems*, 13:725–730, 1998.
- [4] H. Chen, C.A. Canizares, and A. Singh. ANN-Based Short-Term Load Forecasting in Electricity Markets. *Proceedings of the IEEE Power Engineering Society Transmission and Distribution Conference*, 2:411–415, 2001.
- [5] M.Y. Cho, J.C. Hwang, and C.S. Chen. Customer Short-Term Load Forecasting by using ARIMA Transfer Function Model. *Proceedings of the International Conference on Energy Management and Power Delivery*, 1:317–322, 1995.
- [6] N. Christiani and J.S. Taylor. *An Itroduction to Support Vector Machines and Other Kernel-Based Learning Methods*. Cambridge University Press, Cambridge, 2000.
- [7] T.W.S. Chowand C.T. Leung. Nonlinear Autoregressive Integrated Neural Network Model for Short-Term Load Forecasting. *IEE Proceedings on Generation, Transmission and Distribution*, 143:500–506, 1996.
- [8] J. Dudhia and J.F. Bresch. A Global Version of the PSU-NCAR Mesoscale Model. *Monthly Weather Review*, 130:2989–3007, 2002.
- [9] R.F. Engle, C. Mustafa, and J. Rice. Modeling Peak Electricity Demand. *Journal of Forecasting*, 11:241–251, 1992.
- [10] J.Y. Fan and J.D. McDonald. A Real-Time Implementation of Short-Term Load Forecasting for Distribution Power Systems. *IEEE Transactions on Power Systems*, 9:988–994, 1994.
- [11] E.A. Feinberg, J.T. Hajagos, and D. Genethliou. Load Pocket Modeling. *Proceedings of the 2nd IASTED International Conference: Power and Energy Systems*, 50–54, Crete, 2002.

-
- [12] E.A. Feinberg, J.T. Hajagos, and D. Genethliou. Statistical Load Modeling. *Proceedings of the 7th IASTED International Multi-Conference: Power and Energy Systems*, 88–91, Palm Springs, CA, 2003.
- [13] E.A. Feinberg, J.T. Hajagos, B.G. Irrgang, R.J. Rossin, D. Genethliou and D.E. Feinberg. Load pocket forecasting software. Submitted to *IASTED Journal on Energy and Power Systems*.
- [14] D.B. Fogel. An Introduction to Simulated Evolutionary Optimization. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 5:3–14, 1994.
- [15] C.W. Gellings. *Demand Forecasting for Electric Utilities*. The Fairmont Press, Lilburn, GA, 1996.
- [16] T. Haida and S. Muto. Regression Based Peak Load Forecasting using a Transformation Technique. *IEEE Transactions on Power Systems*, 9:1788–1794, 1994.
- [17] H.S. Hippert, C.E. Pedreira, and R.C. Souza. Neural Networks for Short-Term Load Forecasting: A Review and Evaluation. *IEEE Transactions on Power Systems*, 16:44–55, 2001.
- [18] K.L. Ho, Y.Y. Hsu, F.F. Chen, T.E. Lee, C.C. Liang, T.S. Lai, and K.K. Chen. Short-Term Load Forecasting of Taiwan Power System using a Knowledge Based Expert System. *IEEE Transactions on Power Systems*, 5:1214–1221, 1990.
- [19] O. Hyde and P.F. Hodnett. An Adaptable Automated Procedure for Short-Term Electricity Load Forecasting. *IEEE Transactions on Power Systems*, 12:84–93, 1997.
- [20] A. Khotanzad, R.A. Rohani, T.L. Lu, A. Abaye, M. Davis, and D.J. Maratukulam. ANNSTLF–A Neural-Network-Based Electric Load Forecasting System. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 8:835–846, 1997.
- [21] A. Khotanzad, R.A. Rohani, and D. Maratukulam. ANNSTLF– Artificial Neural Network Short-Term Load Forecaster–Generation Three. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 13:1413–1422, 1998.
- [22] S.J. Kiartzis and A.G. Bakirtzis. A Fuzzy Expert System for Peak Load Forecasting: Application to the Greek Power System. *Proceedings of the 10th Mediterranean Electrotechnical Conference*, 3:1097– 1100, 2000.
- [23] Y. Li and T. Fang. Wavelet and Support Vector Machines for Short-Term Electrical Load Forecasting. *Proceedings of International Conference on Wavelet Analysis and its Applications*, 1:399– 404, 2003.

-
- [24] V. Miranda and C. Monteiro. Fuzzy Inference in Spatial Load Forecasting. *Proceedings of IEEE Power Engineering winter Meeting*, 2:1063–1068, 2000.
- [25] M. Mohandes. Support Vector Machines for Short-Term Electrical Load Forecasting. *International Journal of Energy Research*, 26:335–345, 2002.
- [26] H. Mori and N. Kosemura. Optimal Regression Tree Based Rule Discovery for Short-Term Load Forecasting. *Proceedings of IEEE Power Engineering Society Transmission and Distribution Conference*, 2:421–426, 2001.
- [27] A.D. Papalexopoulos, S. Hao, and T.M. Peng. An Implementation of a Neural Network Based Load Forecasting Model for the EMS. *IEEE Transactions on Power Systems*, 9:1956–1962, 1994.
- [28] M. Peng, N.F. Hubele, and G.G. Karady. Advancement in the Application of Neural Networks for Short-Term Load Forecasting. *IEEE Transactions on Power Systems*, 7:250–257, 1992.
- [29] S. Rahman. Formulation and Analysis of a Rule-Based Short-Term Load Forecasting Algorithm. *Proceedings of the IEEE*, 78:805–816, 1990.
- [30] S. Rahman and O. Hazim. Load Forecasting for Multiple Sites: Development of an Expert System-Based Technique. *Electric Power Systems Research*, 39:161–169, 1996.
- [31] S. Ruzic, A. Vuckovic, and N. Nikolic. Weather Sensitive Method for Short-Term Load Forecasting in Electric Power Utility of Serbia. *IEEE Transactions on Power Systems*, 18:1581–1586, 2003.
- [32] S.E. Skarman and M. Georgiopoulos. Short-Term Electrical Load Forecasting using a Fuzzy ARTMAP Neural Network. *Proceedings of SPIE*, 181–191, 1998.
- [33] J.W Taylor and R. Buizza. Using Weather Ensemble Predictions in Electricity Demand Forecasting. *International Journal of Forecasting*, 19:57–70, 2003.
- [34] J.W. Taylor and R. Buizza. Neural Network Load Forecasting with Weather Ensemble Predictions. *IEEE Transactions on Power Systems*, 17:626–632, 2002.
- [35] V.N. Vapnik. *The Nature of Statistical Learning Theory*. NewYork, Springer Verlag, 1995.
- [36] H.L. Willis. *Spatial Electric Load Forecasting*. Marcel Dekker, New York, 1996.
- [37] H.T. Yang, C.M. Huang, and C.L. Huang. Identification of ARMAX Model for Short-Term Load Forecasting: An Evolutionary Programming Approach. *IEEE Transactions on Power Systems*, 11:403–408, 1996.
- [38] H.T. Yang and C.M. Huang. A New Short-Term Load Forecasting Approach using Self-Organizing Fuzzy ARMAX Models. *IEEE Transactions on Power Systems*, 13:217–225, 1998.

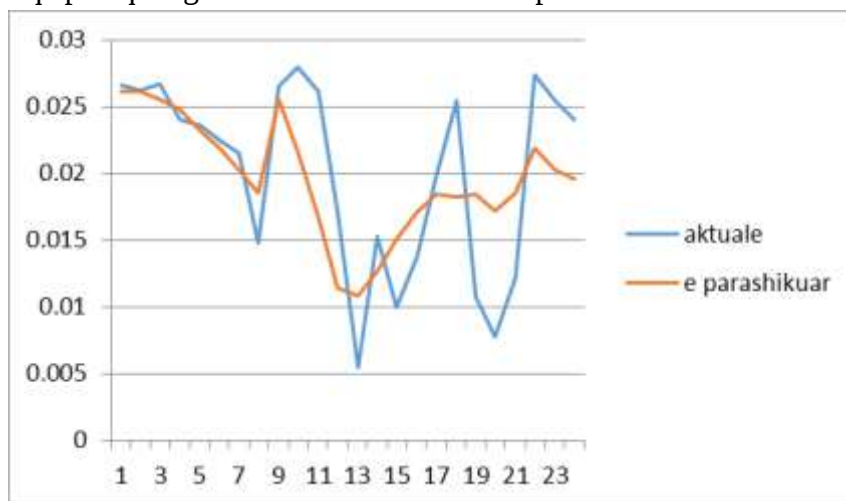
SHTOJCA 3

PARASHIKIMI I NGARKESAVE TË FERONIKELIT

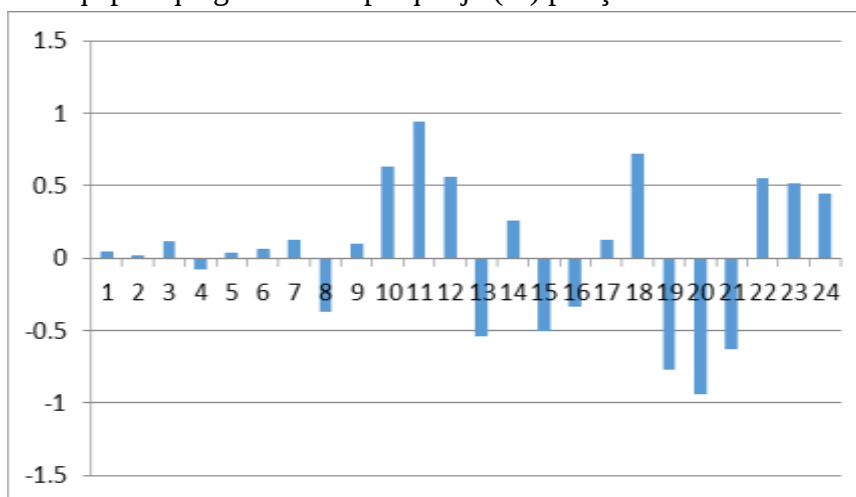
A- Parashikimi ditor

1. Konsumatori 94825074

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar

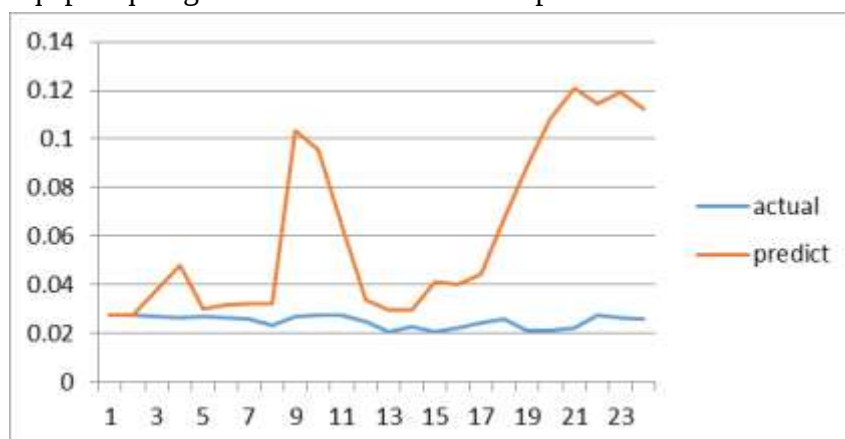


b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë

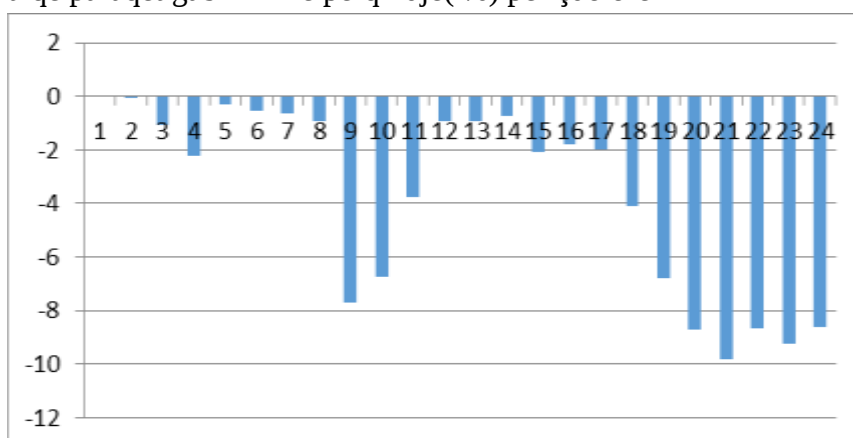


2. Konsumatori 94825075

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar

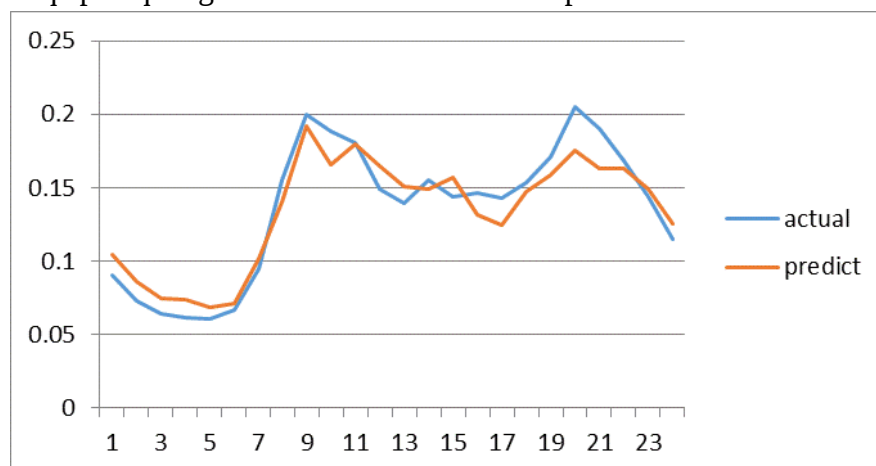


b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje(%) për çdo orë

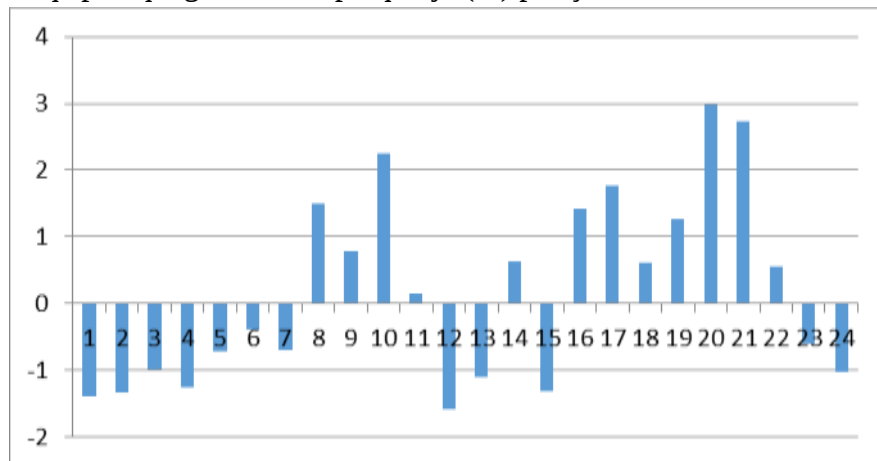


3. Konsumatori 94825076

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar



b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë

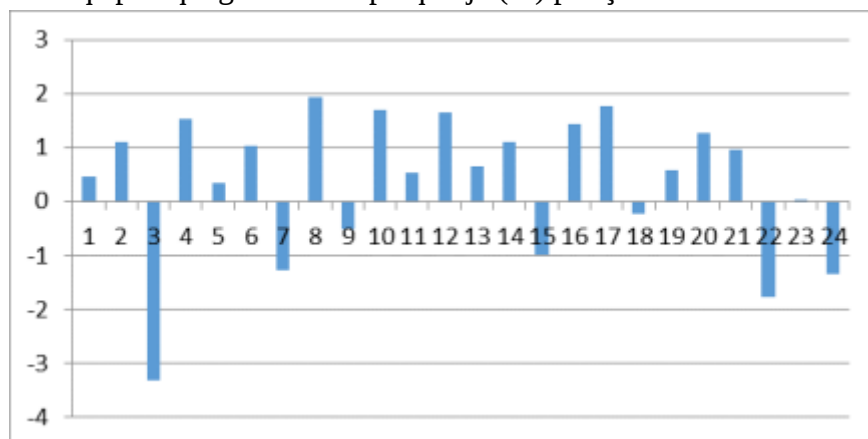


4. Konsumatori 94825082

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar

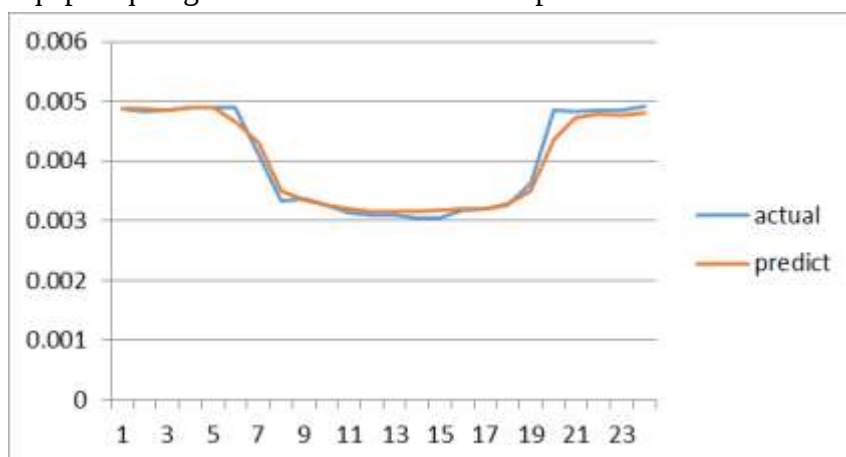


b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë

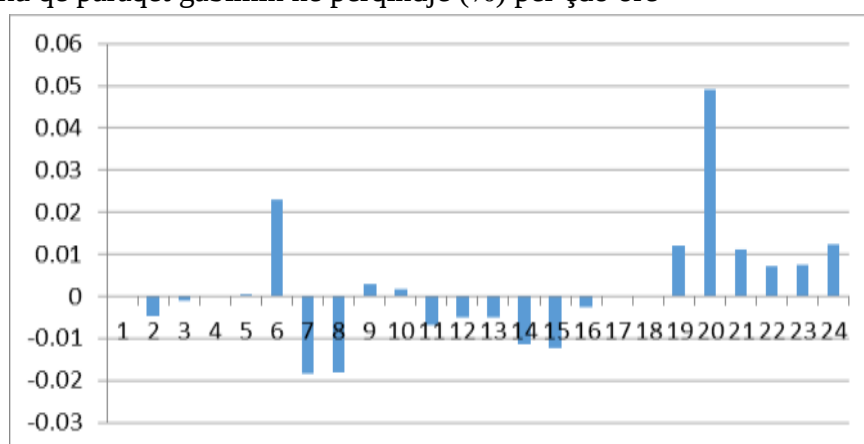


5. Konsumatori 94825101

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar



b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë



6. Konsumatori 96256429

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar



c. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë

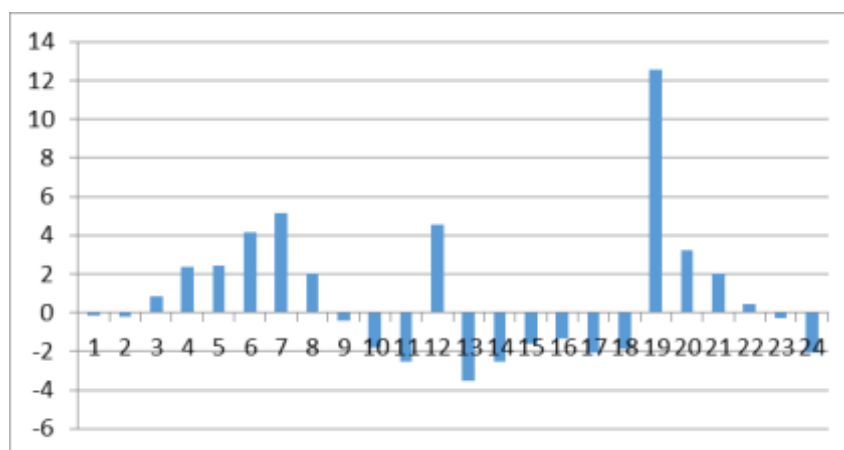


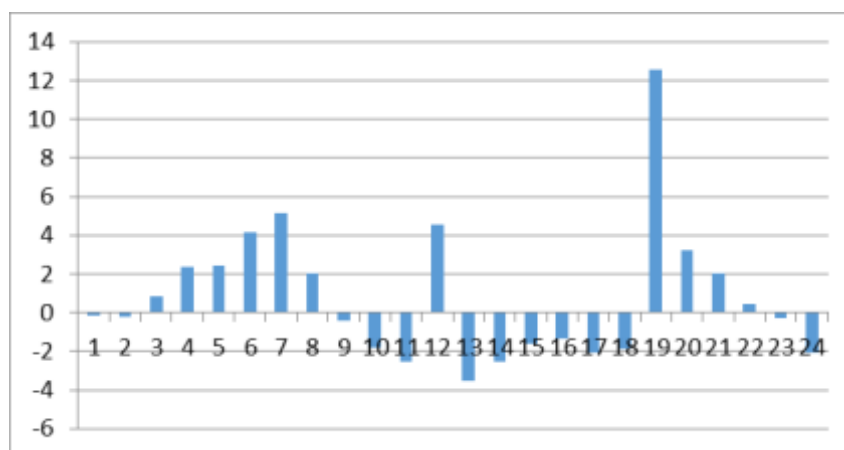
Tabela: Diferenca në përqindje (%) midis ngarkesës aktuale mesatare sipas orëve dhe asaj të parashikuar

Nr.	Konsumatori	Gabimi në %
1	94825074	0.05
2	94825075	-3.67
3	94825076	0.18
4	94825082	0.36
5	94825101	0.01
6	96256429	0.8

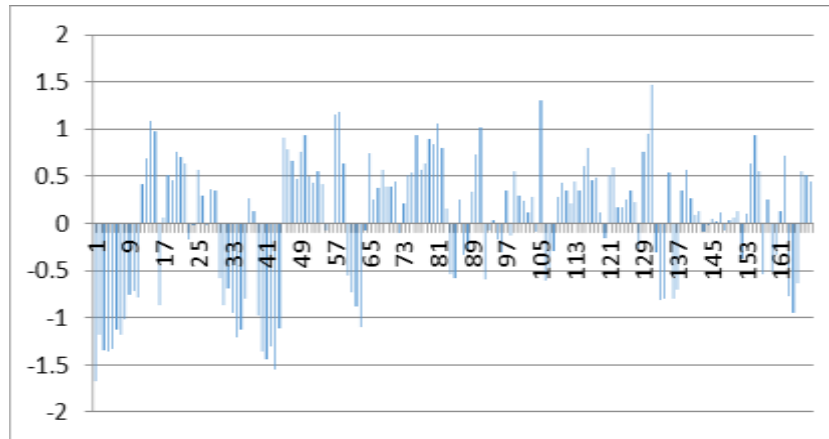
B- Parashikimi njëjavor

1. Konsumatori 94825074

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar

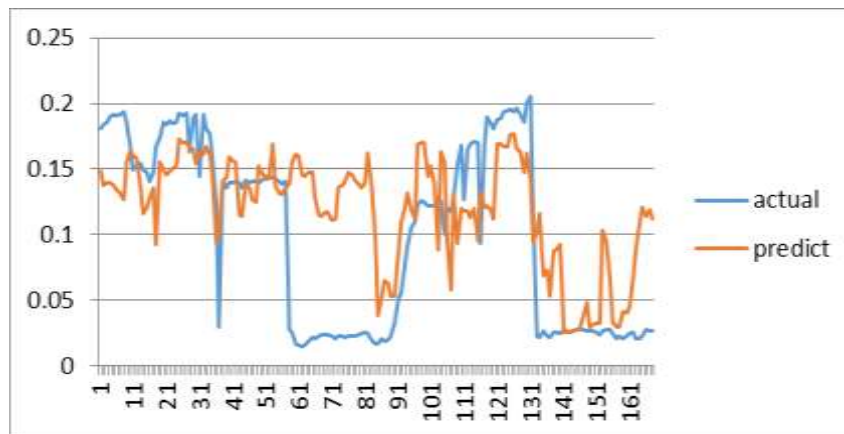


b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë

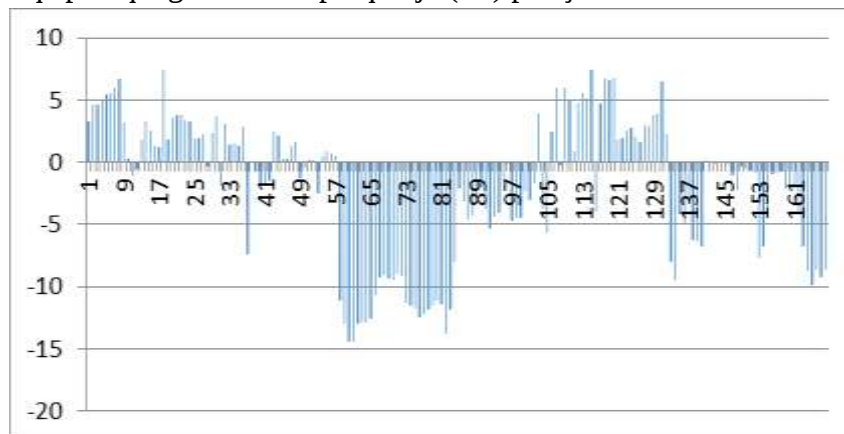


2. Konsumatori 94825075

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar

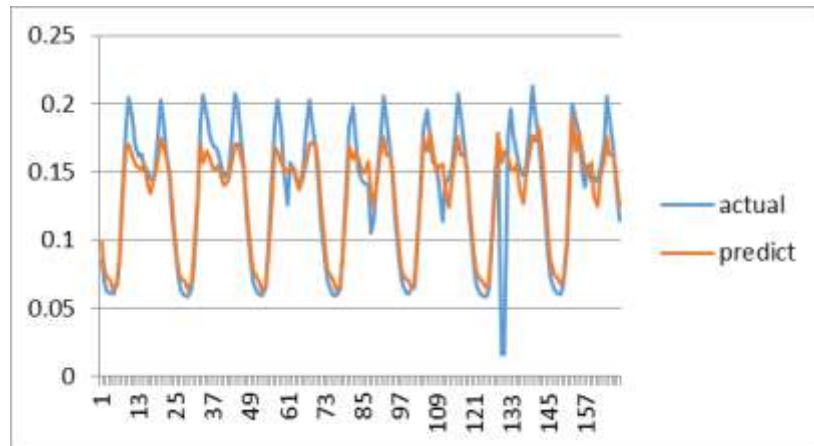


b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë

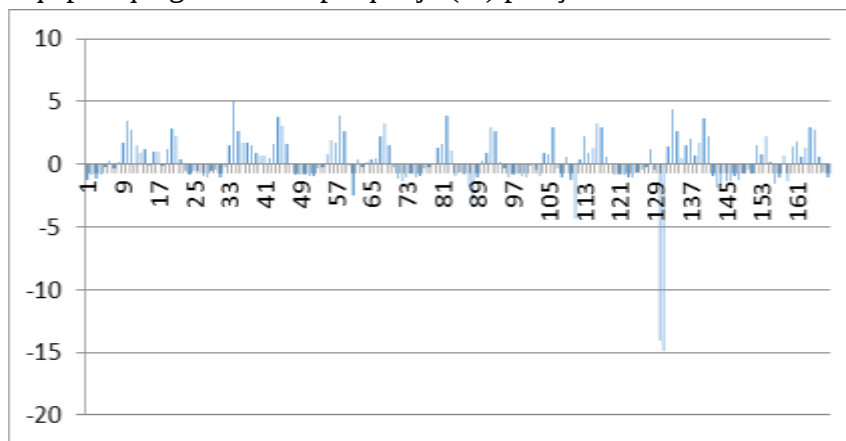


3. Konsumatori 94825076

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar

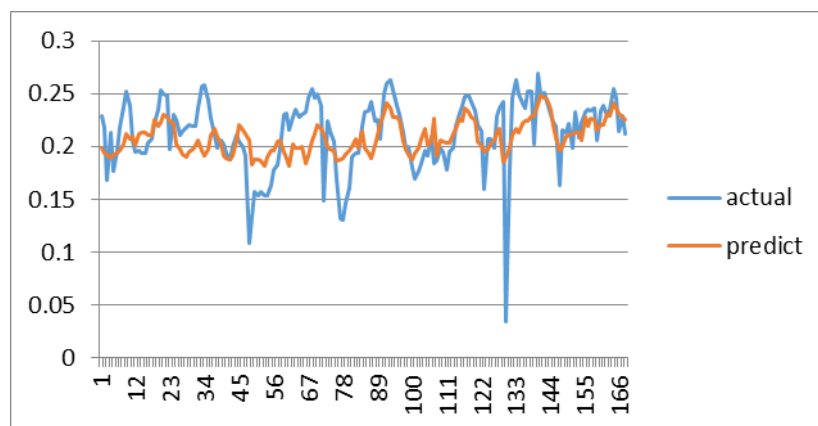


b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë

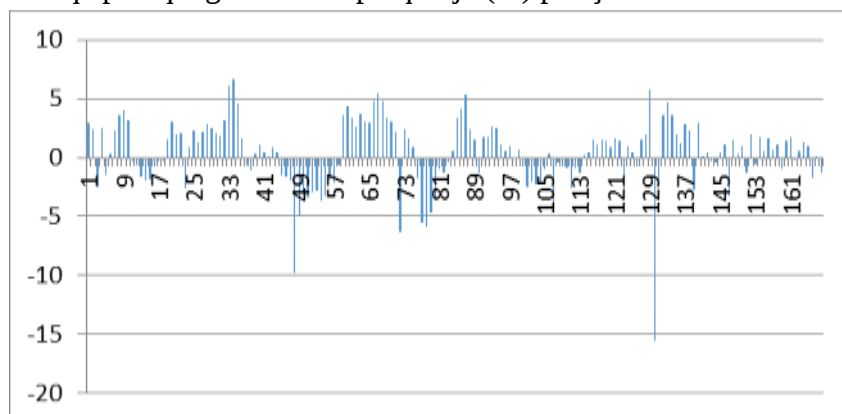


4. Konsumatori 94825082

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar

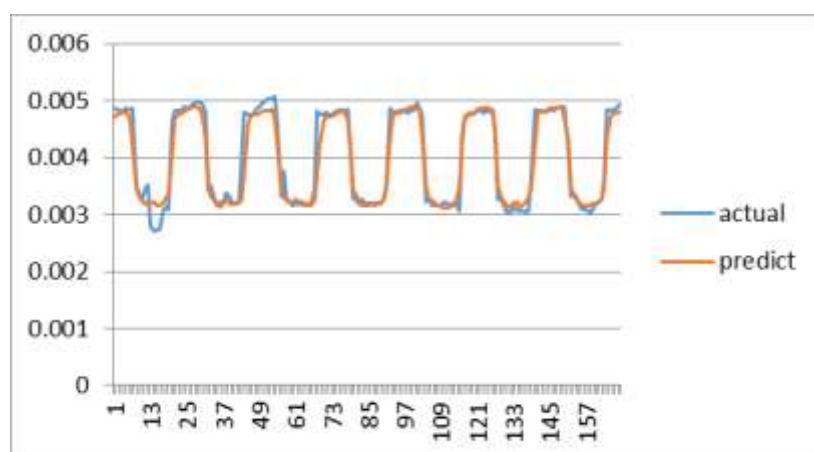


b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë

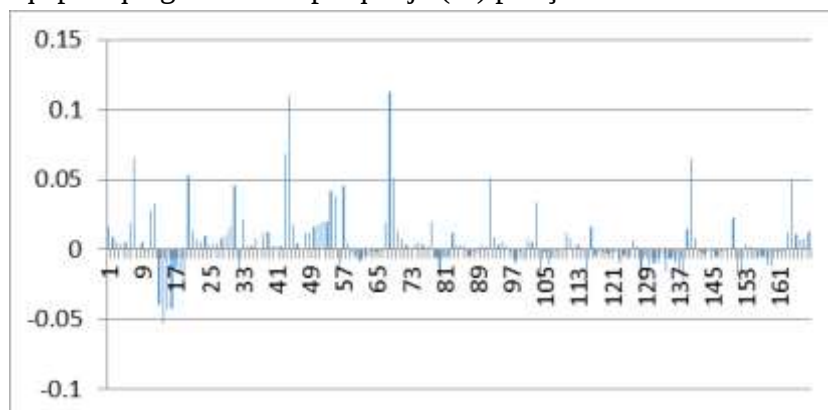


5. Konsumatori 94825101

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar

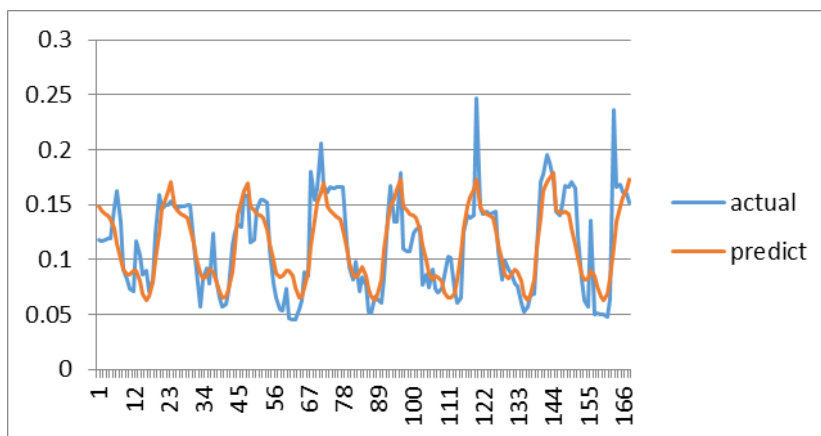


b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë



6. Konsumatori 96256429

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar



b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë

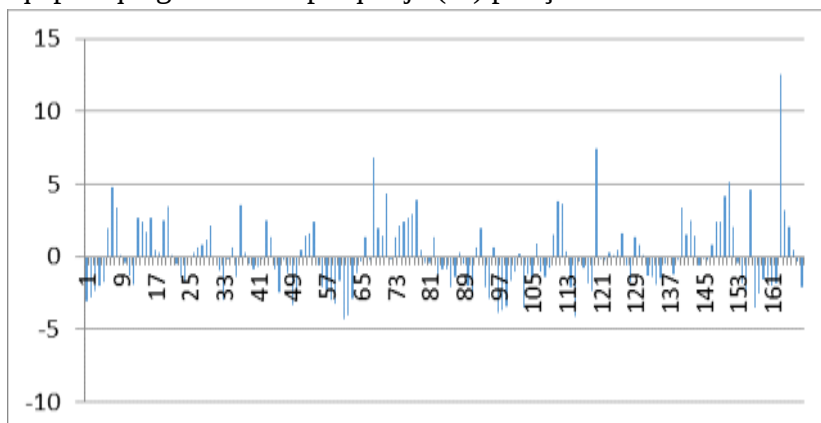


Tabela: Diferenca në përqindje (%) midis ngarkesës aktuale mesatare sipas orëve në një (1) javë dhe asaj të parashikuar

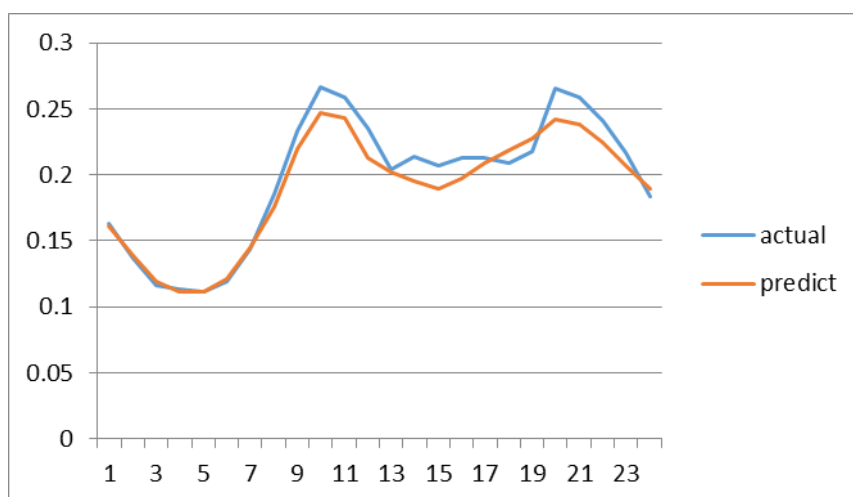
Nr.	Konsumatori	Gabimi në %
1	94825074	0.04
2	94825075	-1.9
3	94825076	0.22
4	94825082	0.4
5	94825101	0.01
6	96256429	0.03

Parashikimi i ngarkesave të Trepçës

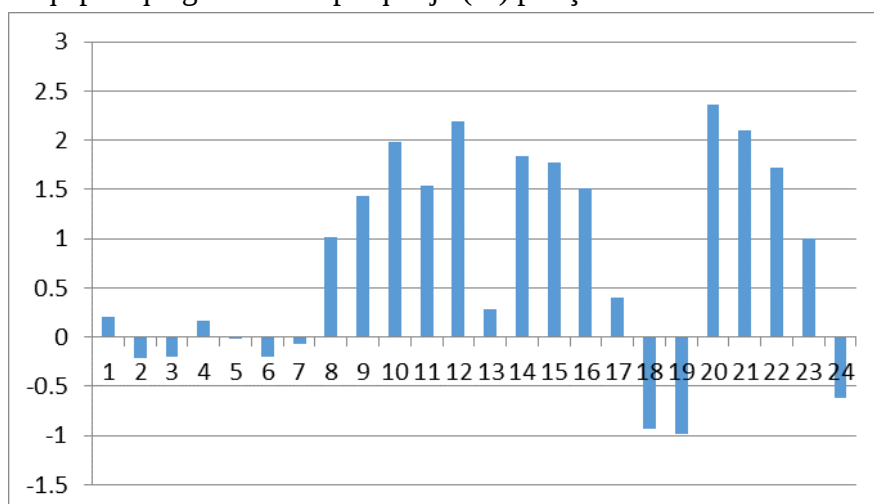
A- Parashikimi një ditor

1. Konsumatori 94825078

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar

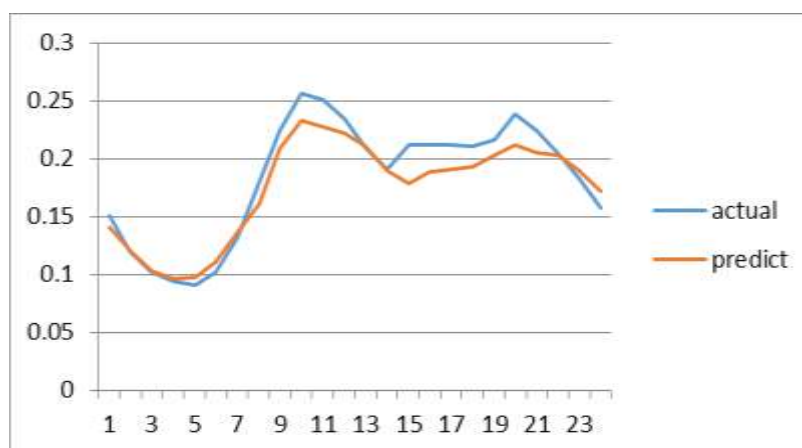


b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë

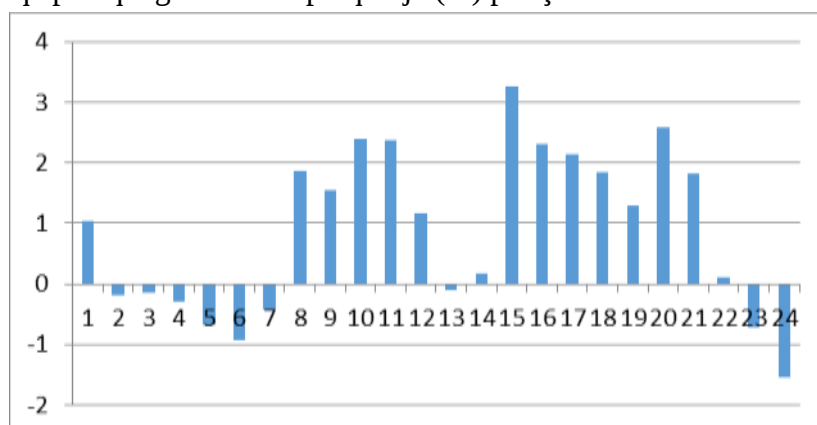


2. Konsumatori 94825079

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar

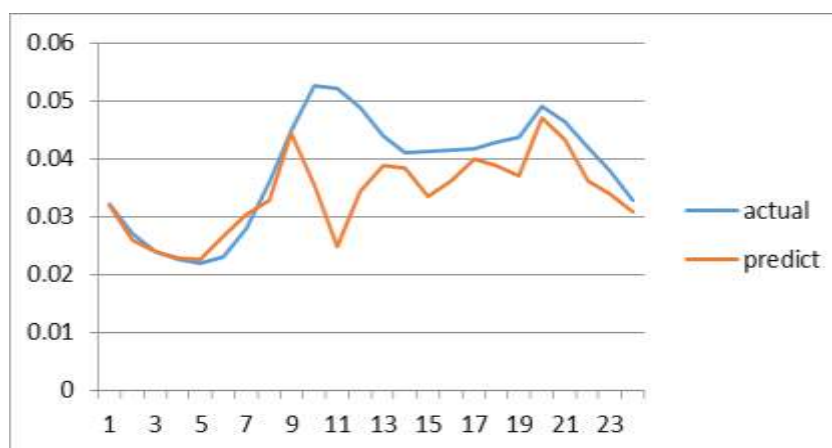


b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë

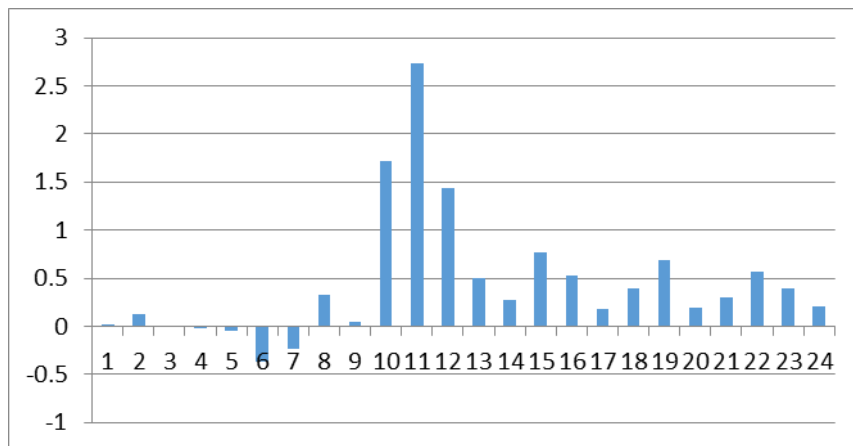


3. Konsumatori 94825084

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar

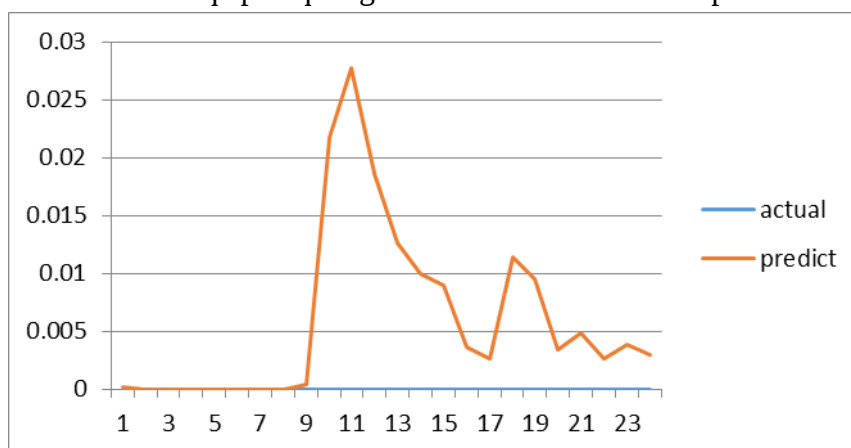


c. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë

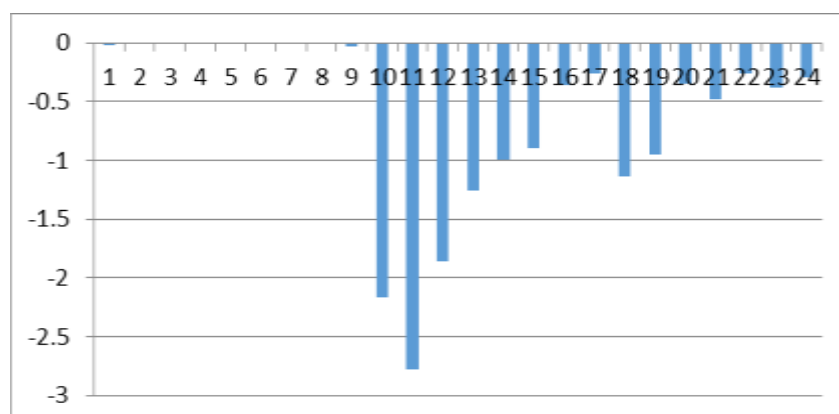


4. Konsumatori 94825085

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar

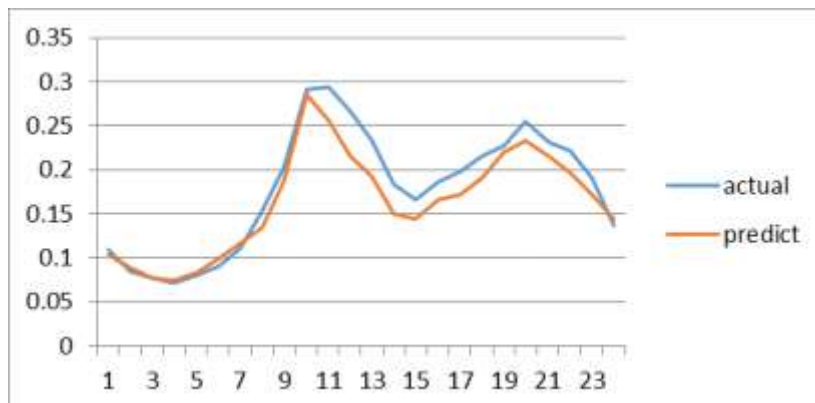


c. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë

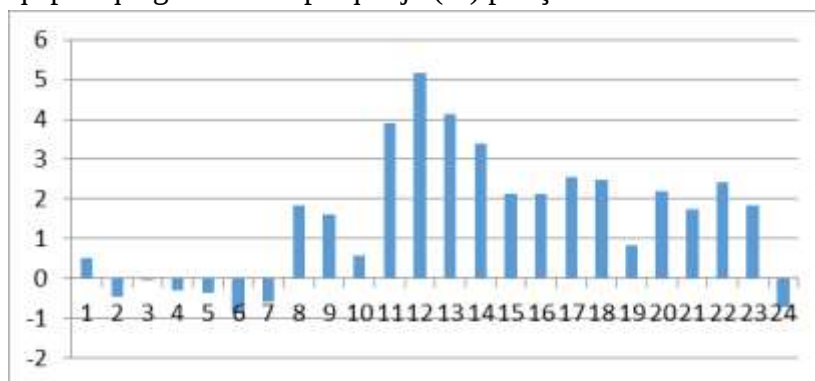


5. Konsumatori 94825096

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar

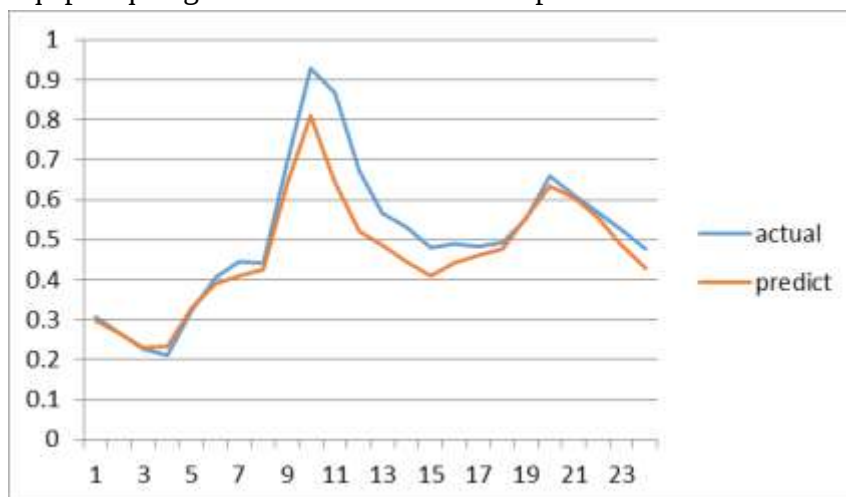


b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë

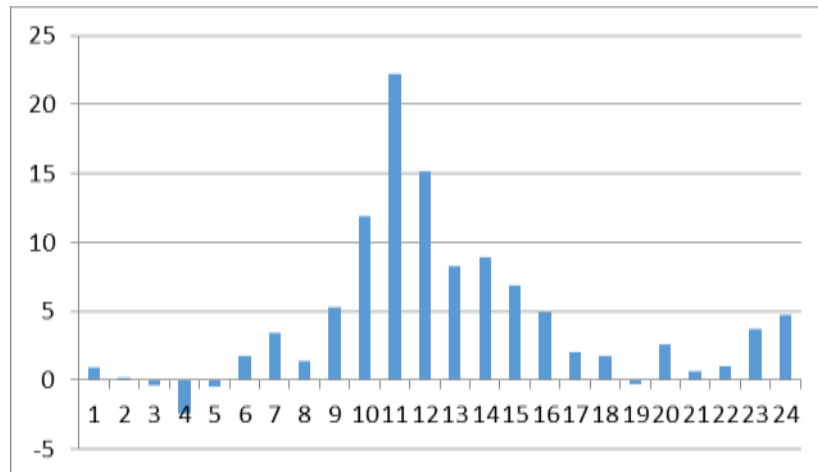


6. Konsumatori 94825097

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar

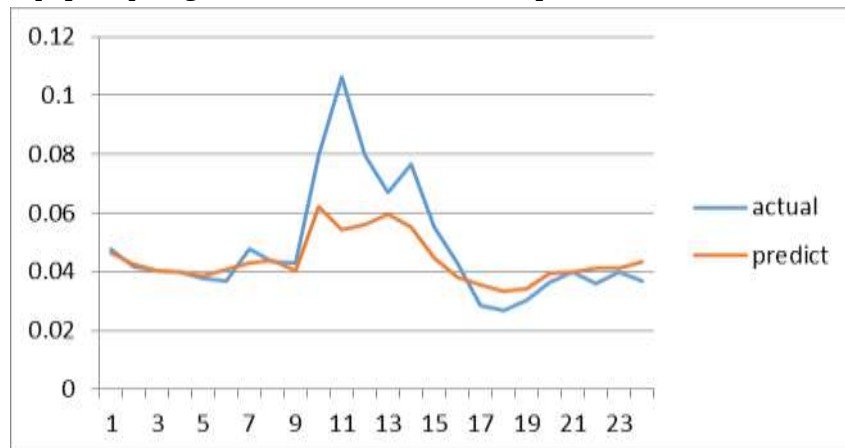


b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë

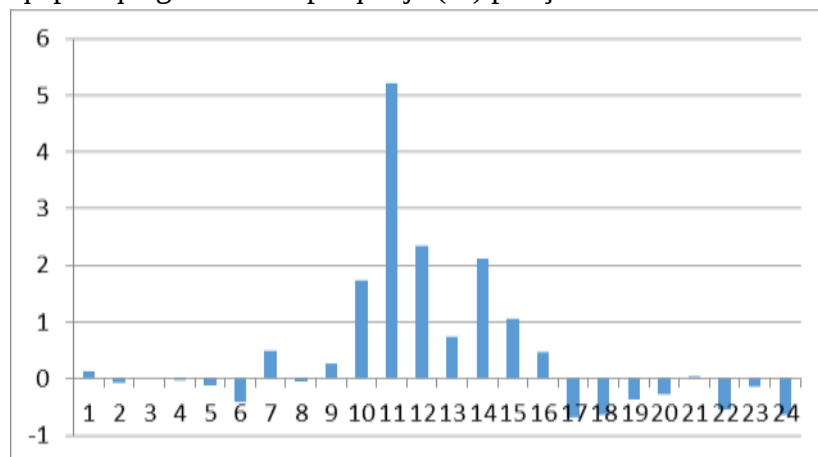


7. Konsumatori 94825103

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar

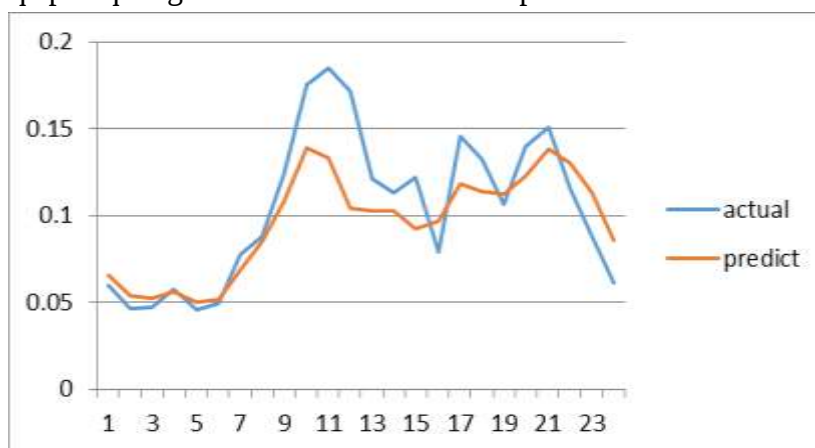


b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë

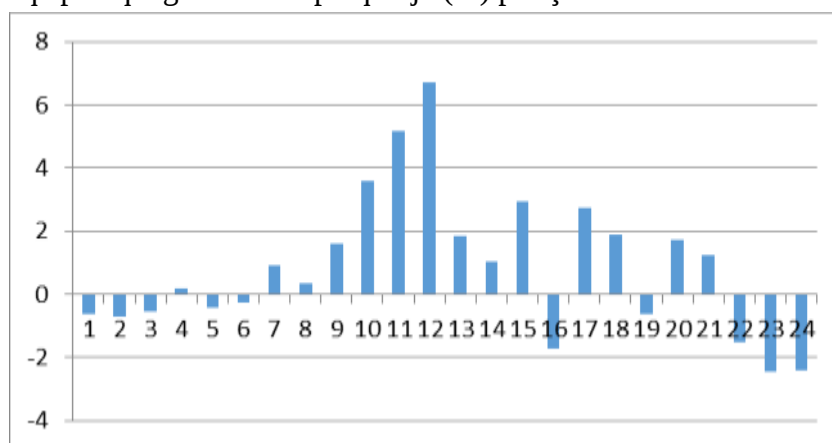


8. Konsumatori 94825104

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar

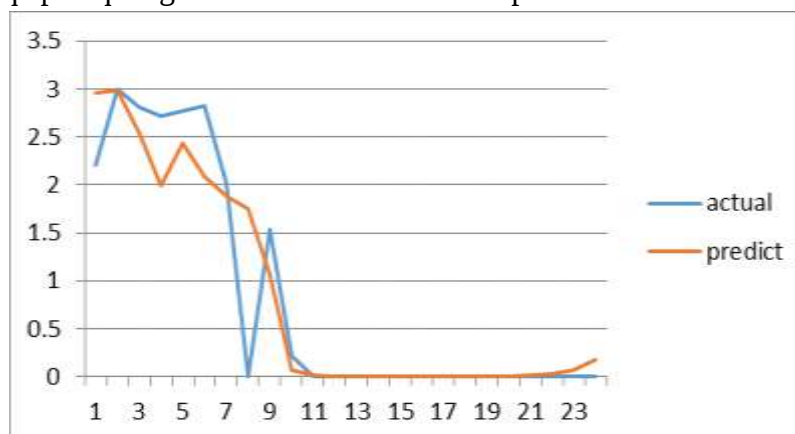


b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë

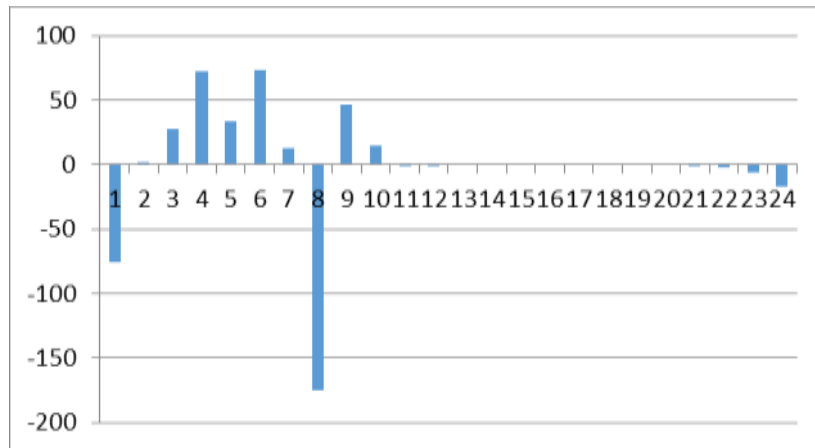


9. Konsumatori 94825105

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar

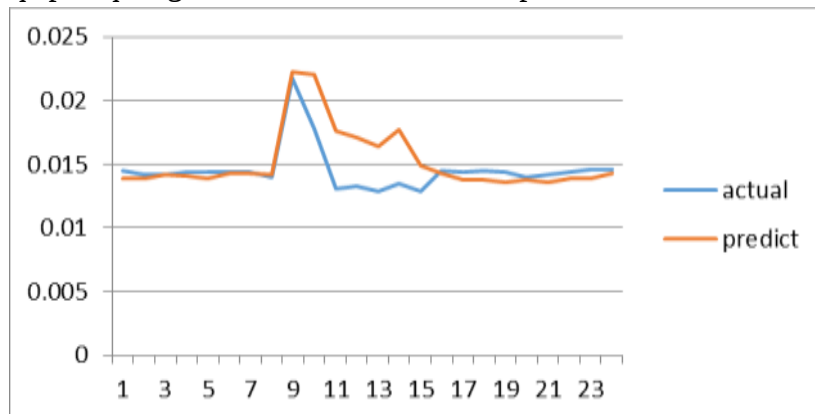


b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë



10. Konsumatori 94825106

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar



b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë

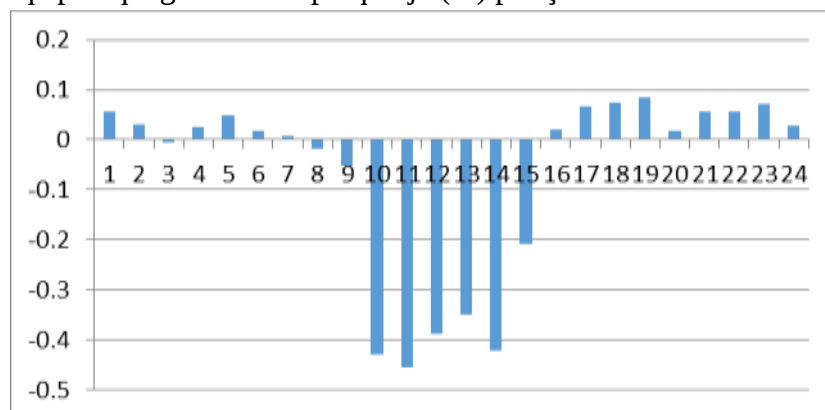


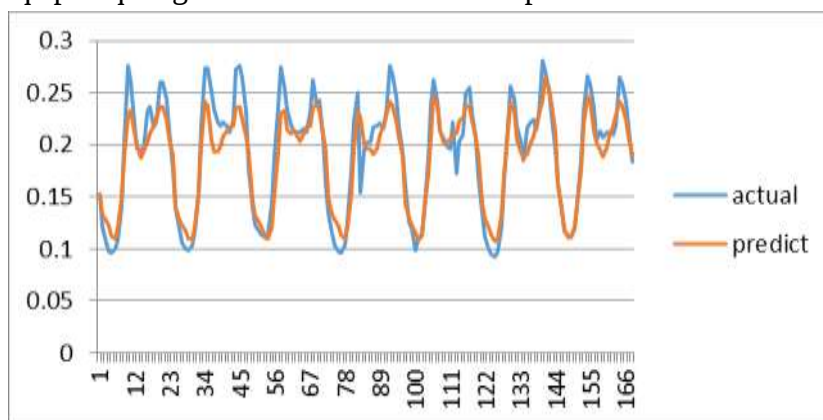
Tabela: Diferenca në përqindje (%) midis ngarkesës mesatare orare aktuale dhe asaj të parashikuar

Nr.	Konsumatori	Gabimi (%)
1	94825078	0.76
2	94825079	0.87
3	94825084	0.44
4	94825085	-0.6
5	94825096	1.5
6	94825097	4.35
7	94825103	0.44
8	94825104	0.85
9	94825105	0.3
10	94825106	-0.07

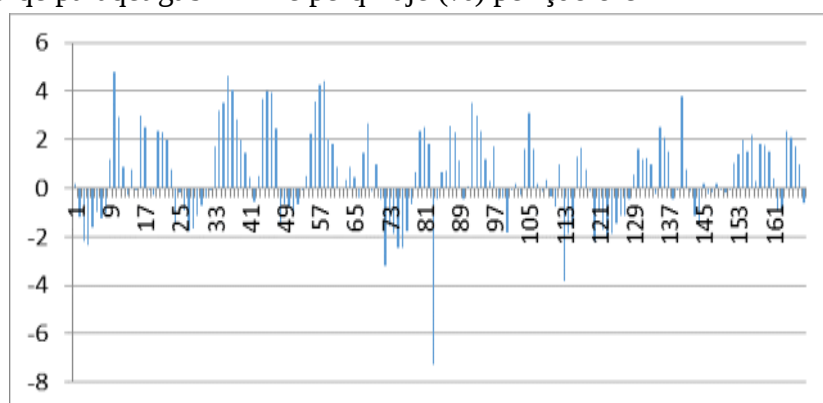
B- Parashikimi njëjavor

1. Konsumatori 94825078

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar

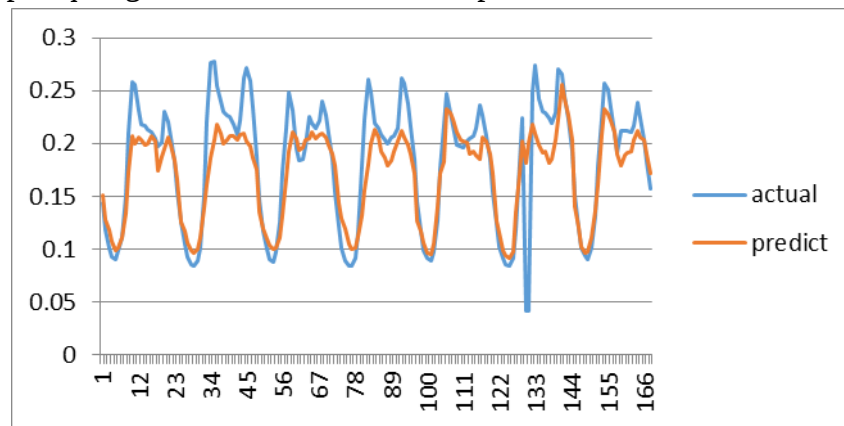


b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë

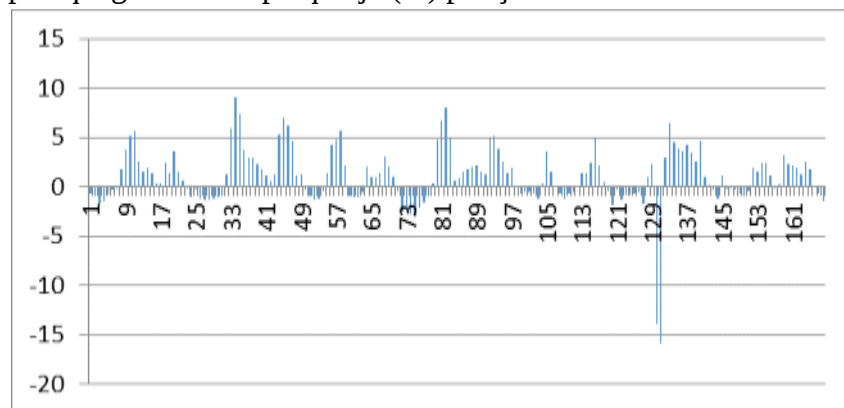


2. Konsumatori 94825079

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar

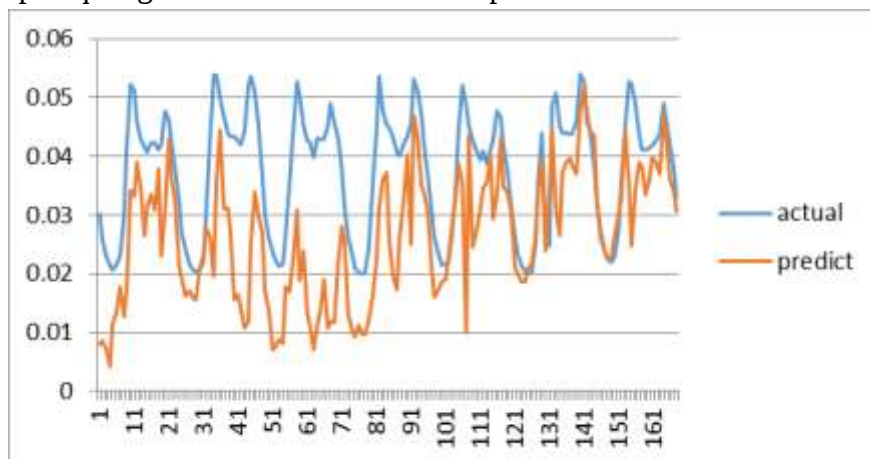


b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë

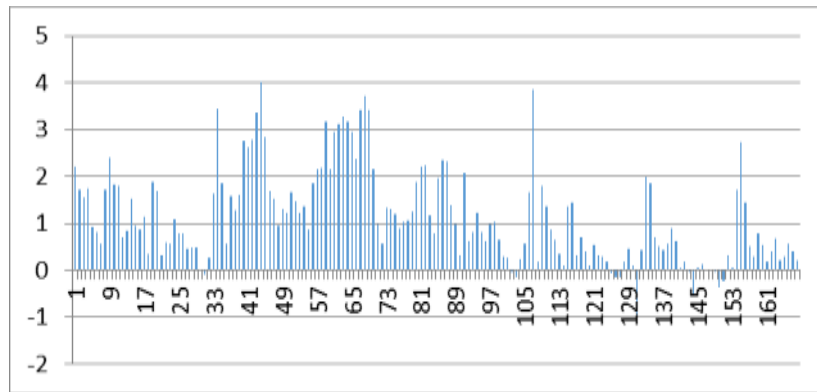


3. Konsumatori 94825084

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar

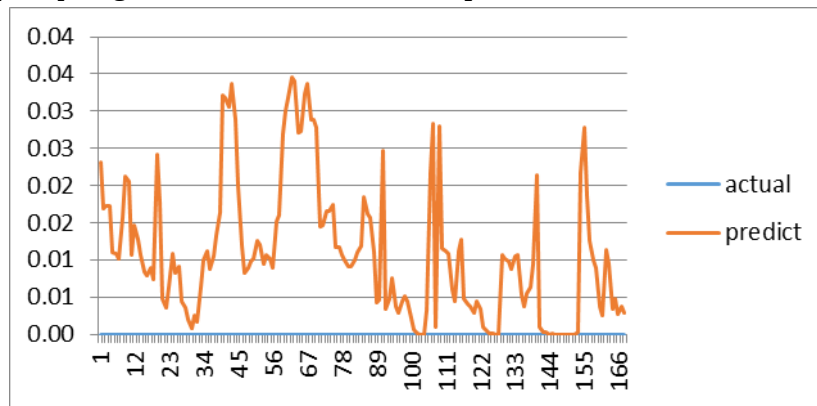


b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë

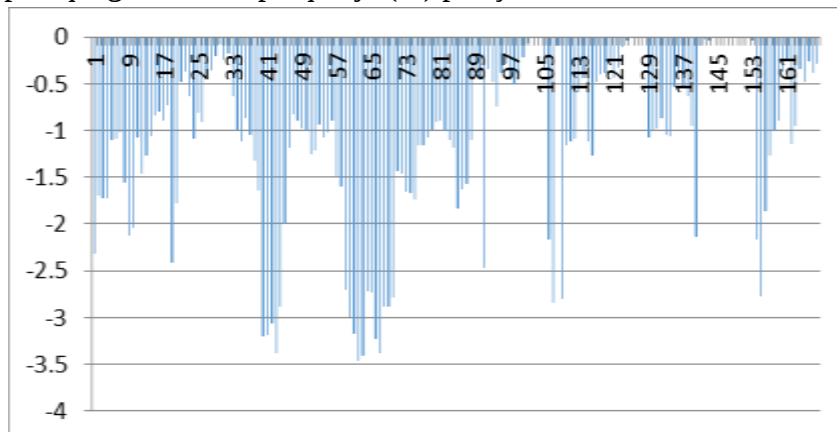


4. Konsumatori 94825085

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar

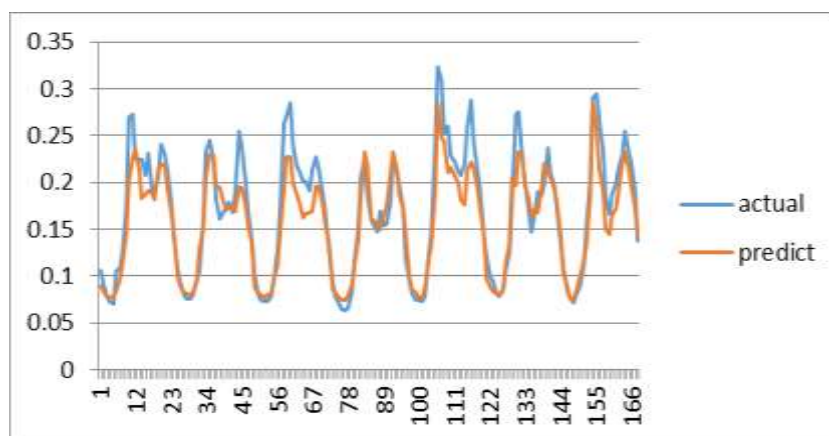


b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë

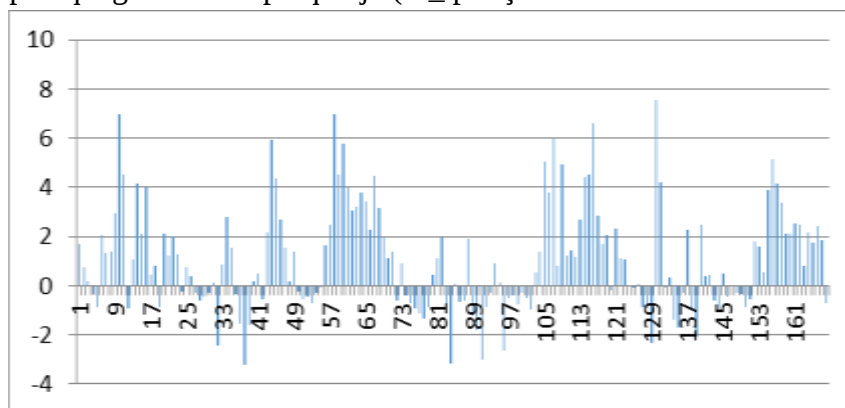


5. Konsumatori 94825096

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar

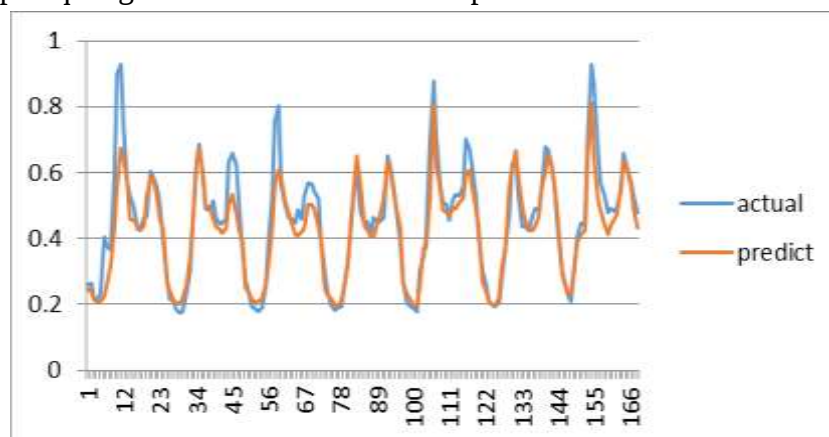


b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%_ për çdo orë

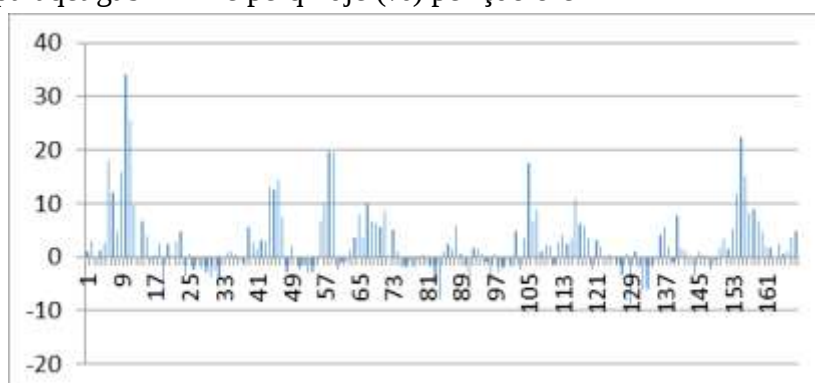


6. Konsumatori 94825097

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar

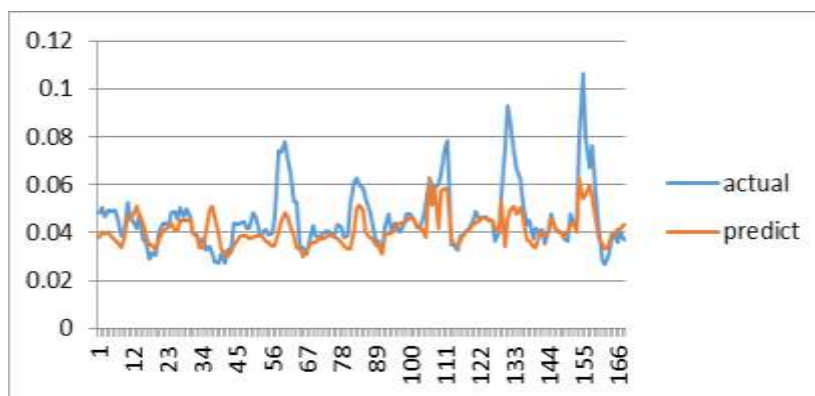


b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë

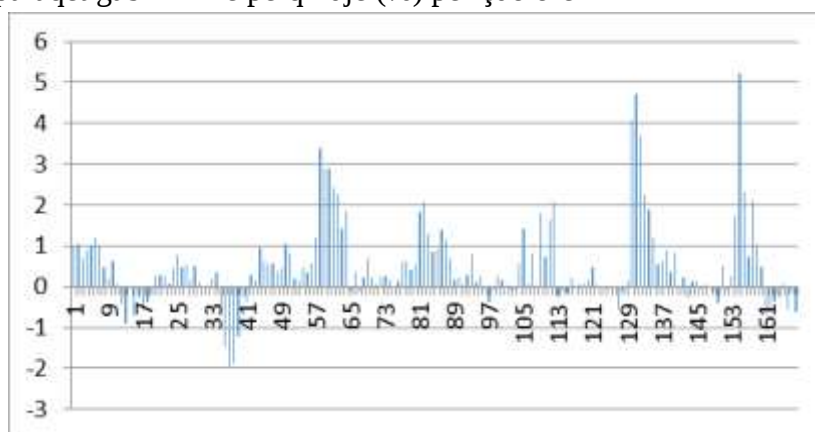


7. Konsumatori 94825103

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar

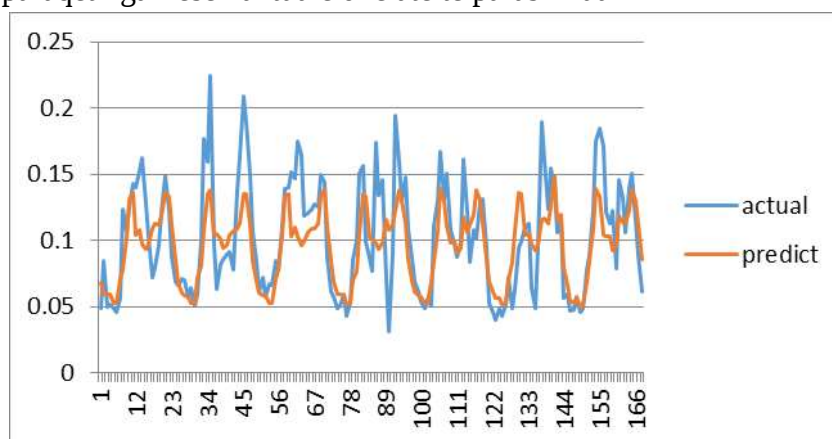


b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë

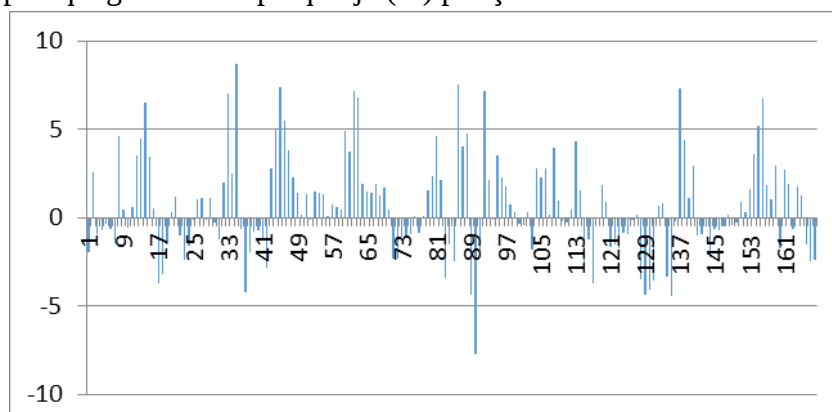


8. Konsumatori 94825104

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar

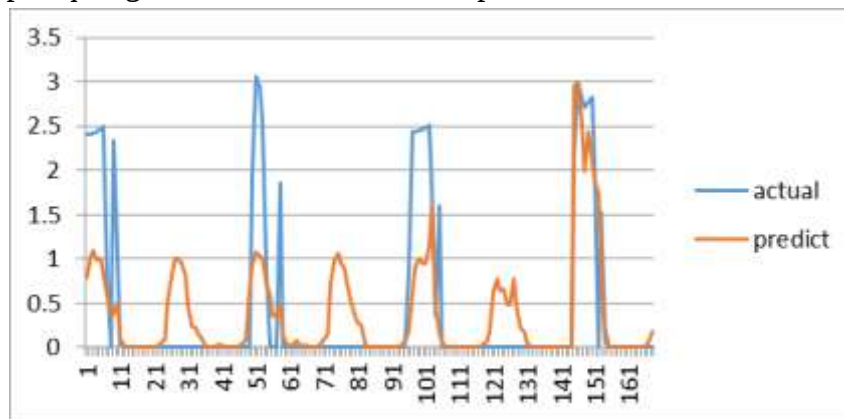


b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë

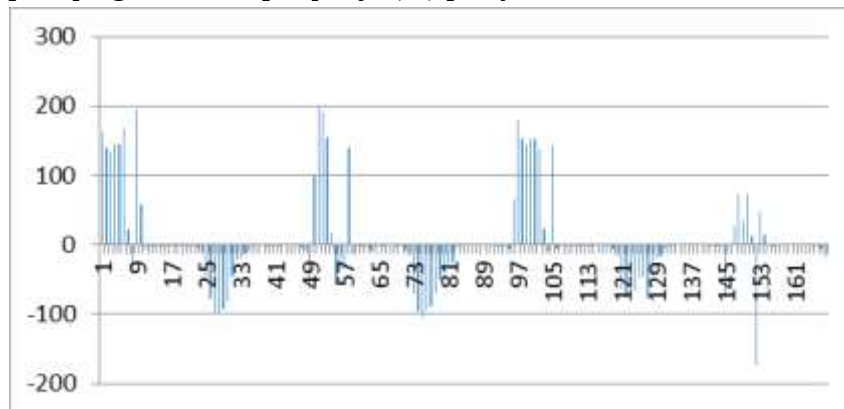


9. Konsumatori 94825105

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar

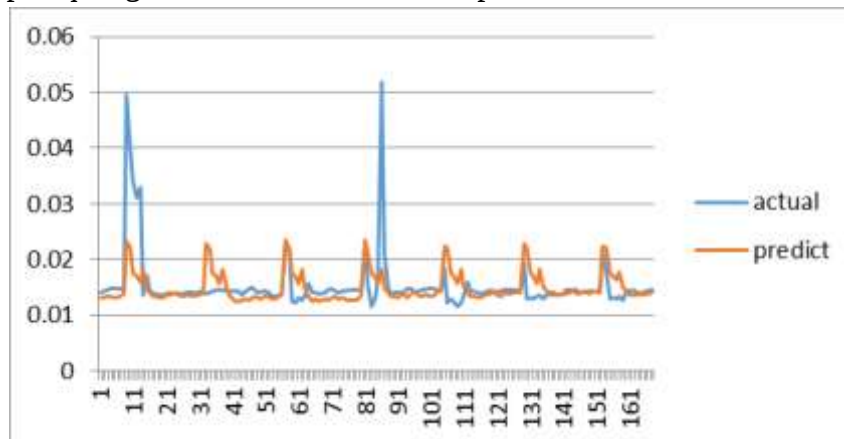


b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë



10. Konsumatori 94825106

a. Grafiku që paraqet ngarkesën aktuale dhe atë të parashikuar



b. Grafiku që paraqet gabimin në përqindje (%) për çdo orë

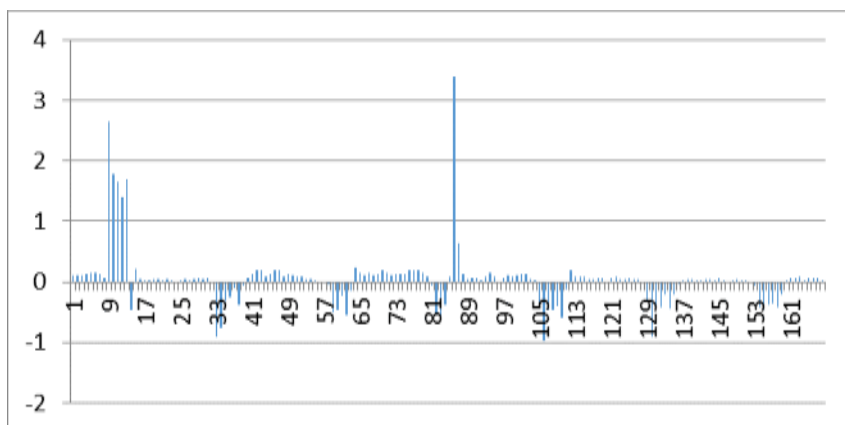


Tabela: Diferenca në përqindje % midis ngarkesës mesatare sipas orëve në një (1) javë aktuale dhe asaj të parashikuar

Nr.	Konsumatori	Gabimi (%)
1	94825078	0.51
2	94825079	1.08
3	94825084	1.13
4	94825085	-1.1
5	94825096	1.09
6	94825097	2.6
7	94825103	0.5
8	94825104	0.68
9	94825105	5.46
10	94825106	0.04

PËRFUNDIMET DHE REKOMANDIME

1

Sistemet elektroenergjitike po kalojnë ndryshime të shpejta. Kostoja në rritje se vazhdueshme e energjisë, elektrifikimi masiv i jetës së përditshme, dhe ndryshimet klimatike janë shtytësit kryesorë që do të përcaktojnë shpejtësinë me të cilën do të ndodhin transformime të tilla dhe ajo duke vene ne veprim teknologjitë e mençura (smart grid) ne sistemin energjetike.

Pavarësisht se sa shpejt kompanitë e ndryshme do të përqafojnë konceptin, teknologjinë dhe sistemet e mençura smart, të gjithë bien dakord mbi pashmangshmërinë e këtij transformimi. Ky është një ndryshim që do të ndikojë jo vetëm proceset e biznesit të tyre por edhe organizimin dhe teknologjitë e tyre.

Për sistemin e mençur të menaxhimit, pjesa dërmuese e aktiviteteve ekzistuese synon përmirësimin e efikasitetit të energjisë, profilit të kërkesës, shërbimit, koston dhe emisionet duke u bazuar në infrastrukturën e mençur duke përdorur optimizimin, metodën algoritmike dhe teorinë e të mësuarit. Besojmë se brenda kornizës së infrastrukturës së avancuar të rrjetit të mençur SG, shumë e më shumë shërbime dhe aplikacione të reja të menaxhimit do të shfaqen dhe në fund edhe do të revolucionarizojnë jetën e përditshme të konsumatorëve.

Në të njëjtën kohë, qendrat kërkimore janë duke punuar për të lehtësuar këtë tranzicion duke zhvilluar teknologji të gjeneratës së ardhshme të nevojshme për realizimin e rrjetit të mençur smart.

Punimi i paraqitur është një kontribut i vogël në kuadrin e përpjekjeve për aplikimin e SmartGrid nëpërmjet analizës së rrjetave smart dhe vlerësimi i efekteve të aplikimit të zgjidhjeve smart nga pikëpamja e aspekteve tekniko-ekonomike në rrjetin shpërndarës të Kosovës. Shfrytëzimi i burimeve të reja të informacionit dhe të teknologjisë së informacionit siguron mundësi për përdorimin e metodave të reja të planifikimit të rrjetit të shpërndarjes dhe përdorimin e të dhënave të Smart grid për hulumtime të ndryshme.

Ne përfundim të kësaj teme doktorate mund them se objektivi që i kishim vene vetes, unë se bashku me udhëheqësen time shkencore Prof. Raimonda Bualoti, është plotësuar. Për ti lene këtij punimi hapsira me qellim zhvillimin e mëtejshëm të tij se bashku me teknikat e reja smart.

2

Ne punimi shtjellohet edhe aspekti teorik i rrjetave të mençura SG, modeli konceptual i tyre. Akteret kryesorë dhe roli i gjithë secilit në tregun e përbashkët. Ku rrjeti i mençur SG mund të konsiderohet një sistem elektrik që përdor teknologjinë e dyanshme të informacionit i sigurtë për nga aspekti kibernetik, dhe inteligjencën kompjuterike, në një mënyrë të integruar përgjatë prodhimit të energjisë elektrike, transmisionit, shpërndarjes, dhe konsumit të saj dhe për të arritur një sistem që në përgjithësi është sistem i pastër, i sigurt, i padëmshëm, i besueshëm, i fleksibil, i efikas, dhe i qëndrueshëm. Ky përshkrim përfshinë gjithë

spektrin e sistemit të energjisë nga gjenerimi deri tek pikat e fundit të konsumit të energjisë elektrike

Gjithashtu standardizimi rrjeteve të mençura ka një rendësi të veçantë, andaj nëse dëshirojmë të qe të kemi suksese në këtë fushë patjetër duhet të kemi grupe standardesh të themeluara mirë në mënyrë që të gjitha industritë dhe organizatat e përfshira mund të shfrytëzojnë ato, standardet e zhvilluara deri me tani përfshijnë një numër të konsiderueshëm në numër.

Për shkak të rëndësisë potenciale të rrjetit të mençur SG, ne kemi shqyrtuar tërësisht teknologjitë e përdorura në rrjetin e mençur dhe nderveprimi i teknologjive energjetike dhe informatike me sistemin elektroenergjetik dhe aplikime të tyre. Ku janë analizuar kryesisht projektet e rrjetit të mençur, programet, testet dhe sistemet kryesore teknike të rrjetit të mençur SG. Si sistemi i mençur i infrastrukturës, sistemi i mençur i menaxhimit dhe sistemin e mençur i mbrojtjes në rrjetat e mençura SG. Kemi nënvizuar sfidat dhe drejtimitet e ardhshme kërkimore që ja vlen të eksplorojnë për secilin nga këto tre sisteme.

Pastaj është bërë ndarja e infrastrukturës së rrjetit të mençur në tre nën-sisteme: nënsistemi i mençur i energjisë, nënsistemi i mençur i informacionit dhe nënsistemi i mençur i komunikimit. Ku në nënsistemin e mençur të energjisë, kemi analizuar punën në gjenerimin, transicionin dhe shpërndarjen e energjisë elektrike. Për nënsistemin e mençur të informacionit, kemi analizuar punën e njehsorëve, matjes dhe menaxhimit të informatave të nxjerra nga njehsorët. Për nënsistemin e mençur të komunikimit kemi analizuar teknologjitë e komunikimit me tela dhe menaxhimin e komunikimit fund në fund. Me fjalë tjera, me rastin e kalimit nga rrjeti energjetik konvencional në atë të mençur SG, do të zëvendësojmë edhe infrastrukturën fizike me atë digjitale[110]. Nevojat dhe ndryshimet paraqesin një prej sfidave më të mëdha me të cilat industria energjetike është përballur ndonjëherë [203].

Për sistemin e mençur të menaxhimit, pjesa dërmuese e punëve ekzistuese që janë duke u kryer synon përmirësimin e efikasitetit të energjisë, profilin e kërkesës, shërbimit, kostot dhe emetimit, bazuar në infrastrukturën e mençur duke përdorur optimizimin, metodën algoritmike dhe teorinë e lojës. Besojmë se brenda kornizës së infrastrukturës së avancuar të rrjetit të mençur SG, shumë e më shumë shërbime dhe aplikacione të reja të menaxhimit do të shfaqen dhe në fund edhe do të revolucionarizojnë jetën e përditshme të konsumatorëve.

Në sistemin e mençur të mbrojtjes, kemi analizuar punën e lidhur me besueshmërinë e sistemit, mekanizmin e mbrojtjes ndaj prishjeve, sigurinë dhe privatësinë në rrjetin e mençur SG. Megjithatë, duhet të kemi parasysh se infrastruktura e avancuar e përdorur në rrjetin e mençur SG në njërin anë na fuqizon për të realizuar mekanizma më të fuqishëm për mbrojtje ndaj sulmeve dhe për të trajtuar si duhet prishjet, por në anën tjetër ky sistem edhe i hapë dyert për shumë elemente të cenueshme. Andaj, është e udhës që të bëhen më shumë punë kërkimore në sistemin e mbrojtjes së sistemit.

Në pjesën e fundit kemi bërë një analizë të përfitimeve ekonomike nga rrejtët e mençura. Ku ai nuk duhet të shihen vetëm si forme të reja të infrastrukturës por duhet të shihet si pjesë e strategjisë afatgjate ekonomike e një vendi, ku përveç stimulimit të drejtpërdrejtë ekonomike pritet që në një periudhë afat-shkurtër të shumëfishohet ndikimin në ekonomi globale. Rrjeti i mençur është potencial i pandashëm i tregut ku shërbimet e reja dhe kërkesat e konsumatorëve do të mundësojnë tërheqjen e kapitalit dhe investimeve posaçërisht nga inovatorët e hershëm dhe ku raportet industriale e projektojnë tregun për teknologjitë e rrjetit të mençur SG duke bërë të mundur që investimet të shume fishohen brenda një

periudhe relativisht te shkurtër. Për pos përfitimeve ekonomike, menaxhimin e konsumit, optimizmin e resurseve natyrore pritet që të prodhojë edhe përfitime te drejtpërdrejta mjedisore duke adresoj sfidën e sotshme të ngrohjes globale duke mundësuar përpjekjet për të luftuar ndryshimet klimatike.

Dhe në fund rrjeti i zgjuar duhet të shihet si një mjet për zhvillimin ekonomik, transformues i teknologjisë dhe modelit të të bërit biznes. Investime e përbashkëta nga sektori publik dhe privat dhe me politikat qeveritare që akomodojnë inovacione sipërmarrëse të rrjetave të zgjuara, në mund të rrisim ekonominë e vendit, të krijohen vende të reja pune, dhe të ndihmojmë në mbrojtjen e mjedisit tonë ku jetojmë dhe veprojmë.

3

Futja e sistemit për automatizimin e punës në rrjetin shpërndarës është e përbërë (delikatë) dhe detyrë shumë disiplinore për të cilën nuk ka ndonjë qasje universale. Në bazë të përvojës së ndërmarrjeve të ndryshme elektrike në shtetet e zhvilluara mund të përfundohet që është më racionale futja e sistemit me udhëheqje nga distanca në shumë nivele dhe etapa. Ndërsa në rastin e sistemit të Kosovës mund të nxjerrim përfundimet dhe mësimet që na mësojnë se cilat janë si rezultat i të arritura deri më tani në terren.

Nënsistemi telekomunikues duhet të projektohet në bazë të analizave konkrete të rajonit, të konsumit të tij si variant optimal ose me kombinimin e teknologjive të telekomunikacionit.

Përkrahja programore në qendrën për mbikëqyrje përbën paketën e aplikacionit për aktivizimin e të dhënave dhe mbikëqyrjen nga distanca me objekte të cilat duhet të jetë mirë i lidhur me programin për mbikëqyrjen e rrjetit shpërndarës. Këto paketa programore mund të realizohen në sisteme operative të ndryshme, teknologjia bashkëkohore mundëson edhe integrimin e tyre në sistemin unik të vetëm.

Për udhëheqjen dhe realizimin e sistemit për automatizim të punës në rrjetat shpërndarëse është e nevojshme të formohen ekipe profesionale të cilat e kishin bërë mbikëqyrjen dhe koordinimin gjatë implementimit të sistemit.

Rrjetat e mençura do të ofrojnë të dhëna që mund të përdoren për hulumtime të ndryshme në lidhje me ngarkesat. Kjo do të ndikonte drejtë për së drejti në mënjanimin e shpenzimeve që do të bëhej për vizitat në terren dhe hulumtimet në lidhje me shpërndarjen e ngarkesave, dhe simetrizimin e sistemit (R,S,T).

Mundësia për rikyçjen e energjisë atëherë kur ndodhin ndërprerje të energjisë elektrike, do të zvogëlojë kohën e rikyçjes dhe kjo do të ndikojë në zvogëlimin e kohës pa energji elektrike për konsumatorin, rritet kualiteti i standardeve të shërbimeve dhe ulen gjobat nga ZRRE (Zyra e Rregullatorit për Energji si zyrtar për mbrojtjen e konsumatorit).

Do të sigurojë vizibilitetin e shpenzimit të energjisë elektrike që drejtë për së drejti do të mundësonte menaxhimin më të mirë të energjisë elektrike.

Me rrjetin e mençur mund të sigurohet leximi i saktë në çdo kohë që do të ndihmonte në përmirësimin e leximit në saktësi dhe kohë, uljen e shpenzimeve të asocuara si dhe mënjanimin e pakënaqësive që shfaqen gjatë leximit manual të njehsorëve. Kjo nëpërmjet uljes së gabimeve që shfaqen në faturat mujore do të ndikonte në zvogëlimin e shpenzimeve. Gjithashtu ankesat do të zvogëlohen dukshëm.

Rrjeti i mençur do të mundësohet një monitorim i vazhdueshëm dhe kontroll permanent ndaj konsumatorëve të pandërgjegjshëm në rast të ndërhyrjes së paautorizuar dhe

ne raste te tentim manipulimit te tyre dhe drejtpërdrejt ndikon ne uljen e humbjeve teknike nga vet shpenzimi vetanak gjate njehsimit te energjisë elektrike, pra rrite eficiencen.

Dhe mbi te gjitha rrejt i mençur do te mundësonte një automatizim te përgjithshëm ne shërbimet e faturimit dhe saktësi maksimale ne faktuarat e tyre dhe mbi te gjitha mundësi fleksible e përkrahjes se vazhduar ne aplikimin e ndryshimeve te mundshme te politikave tarifore.

4

Monitorimi i centraleve të erës ndihmon në marrjen e vendimeve të drejta nga ana e operatorëve të këtyre centraleve dhe atyre të sistemit elektrik, në lidhje me përmirësimin e qëndrueshmërisë së sistemit, cilësisë së energjisë dhe kostos së energjisë së prodhuar. Ne rastin tone nga monitorimi i centralit të erës në Golesh tregoi që:

Ndryshimet e shpejtësisë së erës shkaktojnë ndryshime ekstremale të fuqisë së prodhuar nga ky central. Për të vlerësuar nga ana sasiore sjelljen e burimeve të erës, kemi analizuar luhatjet e energjisë së erës nëpërmjet analizës statistikore (a) të ndryshimit shkallë dhe (b) të ndryshimit të vijueshëm të fuqisë së prodhuar.

Në rastet kur vlerësimi bëhet nëpërmjet ndryshimit shkallë, u vu re se ndryshimet shkallë brenda intervalit $\pm 1\sigma$ për muajt dhjetor 2010/janar 2011, janë respektivisht, 63.4% / 70.6% e ndryshimeve shkallë të mundshme, e cila është rreth 7% e kapacitetit të përgjithshëm. Më tej, 91% / 93,9% e vlerave të mundshme te ndryshimeve shkallë janë brenda $\pm 2\sigma$, ose vetëm rreth 20% të kapacitetit të përgjithshëm. Ndërsa 99% e vlerave të mundshme te ndryshimeve shkallë janë brenda $\pm 3\sigma$, ose vetëm rreth 30% të kapacitetit të përgjithshëm. Rezultatet jane te përafërta edhe për ndryshimin shkallë.

Në rastet kur vlerësimi bëhet nëpërmjet ndryshimit të vijueshëm, është llogaritur se ndryshimet brenda intervalit $\pm 1\sigma$, për muajt dhjetor 2010/janar 2011, ndryshojne pak nga ato të ndryshimeve shkallë. Pra rreth 99% e vlerave të mundshme te ndryshimeve të vijueshme janë brenda $\pm 3\sigma$ ose ± 80 kW/min.

Për të mbuluar 99% të ndryshimeve të vijueshme në prodhimin e centralit të erës në Golesh, centrali i dedikuar për rregullim të fuqisë së prodhuar është e domosdoshme të ketë një fuqi të rregullueshme në masën $\pm 1.48\%$ të kapacitetit të tij të instaluar për minutë.

Rezultatet e studimit tregojnë se pritjet rritja e variacionit të tensionit. Variacioni i tensionit për shkak të sistemit të burimeve te ndryshueshme do të rritet nga 2 në 4%.

Rezultatet e studimit gjithashtu tregojnë se, për regjimin maksimal, 93% e fuqisë së prodhuar ndodhet brenda zonës së cilësisë, ndersa për regjimin minimal, 83% e fuqisë së prodhuar ndodhet brenda zonës së cilësisë.

5.

Parashikimi afatshkurtër i ngarkesës duhet të marrë parasysh shumë faktorë, si faktorët e kohës, të dhënat e motit dhe kategoritë e mundshme të konsumatorëve. Parashikimi afatmesëm dhe afatgjatë marrin parasysh ngarkesën historike dhe të dhënat atmosferike, numrin e konsumatorëve në kategori të ndryshme, të dhënat ekonomike dhe demografike dhe parashikimet e tyre, pastaj të dhënat nga shitja dhe nga faktorë të tjerë.

Faktorët e atmosferikë përfshijnë kohën gjatë vitit, ditët e javës dhe orët e ditës. Ka ndryshime thelbësore në ngarkesë ndërmjet ditëve të javës dhe fundjavave. Ngarkesa në ditë të ndryshme të javës mundet që të sillet në mënyrë të ndryshme. Për shembull, të hënave dhe

të premtëve, që janë afër me fundjavën, mund të kenë strukturim të ndryshëm të ngarkesës për dallim nga e marta deri të enjten. Kjo është veçanërisht e vërtetë gjatë verës. Pushimet janë më të vështira për t'u parashikuar sesa ditët që nuk janë pushim.

Kushtet atmosferike ndikojnë shumë te ngarkesa. Në fakt, parametrat e parashikuar të motit janë faktorët më të rëndësishëm në parashikimin afatshkurtër të ngarkesës. Variabla të ndryshëm atmosferikë mund të merren në konsideratë për parashikimin e ngarkesës. Temperatura dhe lagështia janë parashikuesit më të përdorshëm të ngarkesës.

Për të rritur saktësinë e parashikimit të ngarkesës duhet që të merren parasysh më shumë faktorë se sa janë marrë në rastin tonë. Për shembull, në si faktorë atmosferikë kemi marrë vetëm temperaturën dhe lagështinë. Në qoftë se do të kishim edhe të dhënat mbi lagështinë, numrin e konsumatorëve, të dhëna mbi faktorët demografikë dhe ekonomikë të ngarkesës, përbërjen e ngarkesës, faktorin e prishjes së rehatisë (DI- discomfort index) dhe faktorin e temperaturës dhe lagështisë (THI- temperature humidity index), atëherë mund të merrnim rezultate më të sakta mbi parashikimin e ngarkesave elektrike. Sa më të sakta të jenë parashikimet atmosferike aq edhe më të sakta do të jenë parashikimet e ngarkesave.

Faktorë shumë të rëndësishëm të cilët ndikojnë në saktësinë e parashikimit të ngarkesës gjithashtu janë edhe të dhënat historike të ngarkesës. Në rastin tonë ne kishim vetëm tre muaj të dhëna mbi ngarkesën por një numër i tillë të dhënash është i pamjaftueshëm për të bërë një parashikim të saktë. Sa më i madh të jetë intervali i ngarkesave historike të cilat merren në shqyrtim, aq më i besueshëm dhe më i saktë bëhet parashikimi i ngarkesës.

Saktësia e parashikimit mund të përmirësohet në qoftë se do të studioheshin modelet statistikore të lartpërmendura dhe do të zhvilloheshin teori matematikore që do të shpjegojnë konvergjencën e këtyre algoritmeve. Kërkimet gjithashtu duhet të hulumtojnë kufijtë e aplikimit të modeleve dhe algoritmeve të zhvilluara. Kështu, nuk është vetëm një model apo algoritëm që është superior për të gjitha shërbimet. Arsyeja është se këto zona shërbimesh variojnë në përzierje të ndryshme të konsumatorëve industrial, tregtar dhe rezidencial. Ato gjithashtu variojnë edhe nga karakteristikat gjeografike, klimaterike, ekonomike dhe sociale. Zgjedhja e algoritmit më të përshtatshëm për një shërbim mund të bëhet duke testuar algoritmin me të dhëna reale. Në fakt, disa kompani shërbimesh përdorin disa metoda parashikimi në të njëjtën kohë. Një çështje e rëndësishme është hulumtimi i ndjeshmërisë së algoritmeve dhe modeleve të parashikimit të ngarkesës ndaj numrit të konsumatorëve, karakteristikave të zonës, çmimit të energjisë dhe faktorëve të tjerë.

PLANET PER TE ARDHMEN

Ne dijeninë time, studimi i paraqitur në këtë punim doktorate përben studimin e parë për rrejtët e mençura (smart grid). Duke pasur parasysh zhvillimet e reja në sistemet elektroenergjetike me ngarkesa dhe burime të ndryshueshme, lind nevoja e vlerësimit të kësaj fushe në ndërrimin e Teknologjive Energjetike dhe Informatike në Sistemin Elektroenergjetik dhe aplikimet e tyre, ku pjesa dërmuese e teknologjisë tanimë është e njohur por integrimi i saj paraqet një sfidë të re.

Në përmbledhje, nuk ka dyshim se dalja në përdorim e rrjetit të mençur SG do të çojë drejt një të ardhme më të qëndrueshme mjedisore, shërbime më të mira me energji elektrike, dhe krejt kjo do shkaktojë revolucion në jetën tonë të përditshme. Megjithatë rruga që duhet ndjekur është akoma e gjatë para se ky vizion të jetësohet. Ne duhet të eksplorojmë ende jo vetëm se si të përmirësojmë ndërveprimin e teknologjive energjetike dhe informatike në sistemin elektroenergjetik duke përdorur rrjetat e mençura si një mjet mjaft i fuqishëm por edhe funksionalitetet tjera të ndryshme që mund të përdoren në këtë rrjet.

Sfidat do të jete vendimmarrja për aplikimin e rrjetave të mençura SG në një sistem të fuqishëm (me miliona nje) në aspektin komercial. Deri më tani kemi një përvojë të vogël në qasjet e kontrollit të një shkalle të tillë të gjerë për të adresuar kështu edhe interaksionet e sistemit kompleks energjetik, dhe në vendosjen në shkallë të gjerë të teknologjive të reja siç janë bateritë akumuluese, akumulimet termike, makinat elektrike etj. Kjo sfidë kërkon që të mendojmë rreth asaj se si të organizohen shumë pajisje në një rrjet të mençur shumë të madh.

Sfidave përkatëse dhe drejtimet e mundshme që ja vlen të eksplorojnë në të ardhmen janë.

Ruajtja efektive e informatave: Një sasi e madhe e informatave, siç janë të dhënat nga njehsorët e mençur, sensorët dhe PMU-të do të mostrohen në SG dhe do të dërgohen në sistemin e komandimit/kontrollit ashtu që sistemi domethënës apo historia e përdoruesit të jete e mbrojtur.

Shfrytëzimi i “cloud computing”(informatika e perzier): Cloud computing është parashikuar si një paradigmë informatike e gjeneratës së ardhshme për shkak të përparësive të saja kryesore në vet-shërbimin sipas kërkesës, qasjen e gjithëpranishme në rrjet, bashkimin e burimeve pavarësisht lokacionit dhe bartja e rrezikut. Ideja bazike e “cloud computing” është se ofruesit e përzier, të cilët operojnë me qendra të mëdha me kapacitete masive të llogaritjes dhe ruajtjen e të dhënave, e ofrojnë informatikën si shërbim, ku resurset e përbashkëta, softueri dhe informatat u sigurohen kompjuterëve dhe pajisjeve tjera si një shërbim për rrjetin. Integrimi i “cloud computing” mund të përmirësojë menaxhimin e informatave në rrjetin e mençur SG.

1) Nga pikëpamja e cloud computing, cilat janë ato shërbime të një ndërmarrje për menaxhim të informatave që duhet të sigurohen në mënyrë që të maksimizohet profiti i saj?

2) Nga pikëpamja e ndërmarrjes energjetike, cilat prej funksioneve të menaxhimit të informatave duhet të pavarësohen dhe cilat duhet të operojnë brenda ndërmarrjes për të maksimizuar profitin e saj?