

**PODELE ODGOVORNOSTI ZA HARMONIJSKO IZOBLI^EWE U DEREGULISANIM
ELEKTROENERGETSKIM SISTEMIMA**

Prof d-r Jordan [ikoski, Ministerstvo za orazovanie i nauka, Skopje, R.
Makedonija

Prof d-r Vladimir Kati~, Fakultet Tehni~kih Nauka, Novi Sad, Srbija

KRATAK SADR@AJ

Kao {to je poznato u deregulaciji vlasnik elektri~ne energije se mewa u vi{e primopredajnih mesta u procesu proizvodwe / prenosa / distribucije / krajwi potro{a~. Kao i svaka druga roba ili proizvod tako se i elektri~na energija vrednuje na osnovu wenih kvaliteta i to u svakom primopredajnom mestu, ili kako se naziva u literaturi "point of common coupling, PCC".

Elektri~na energija (EE) koja se razmewuje mora biti kvalitetna, pogotovu u realnoj situaciji kada su prisutna razna izobli~ewa. Kada se razmatra stawe kvaliteta u ovom radu, misli se na harmonijska izobli~ewa, koja moraju biti mawa u odnosu na dozvoqene nivoe definisane me|unarodnim standardima i propisima.

U ovom radu je prikazan novi koncept o podeli odgovornosti za generisawe harmonijskih izobli~ewa na primopredajnim mestima pri deregulacionim uslovima.

UVOD

Postoje}e stawe u mre`i, sa aspekta vi{ih harmonika, se manifestije u vi{e mogu}ih situacija. Na bazi iskustva, literature i merewa mogu se grupisati nekoliko tipova potro{a~a glavnih izvora vi{ih harmonika:

- Veliki industrijski potro{a~i, koji koriste sna`ne izvore harmonika (velike ispravqa~ke jedinice - elektrolize, sna`ne elektromotorne pogone, vaqaonice, `egezare, elektrolu~ne pe}i). Wihova karakteristika je da koriste velike koli~ine elektri~ne energije i da zna~ajno izobli~uju struju, pa se obi~no prikqu~uju na visok napon.
- Industriski potro{a~i koji su izvori vi{ih harmonika, ali na sredwem i niskom naponu i koji najvi{e uti~u na rad distributivne mre`e.
- Mali potro{a~i, rezidencijalne oblasti i visokogradwa. Ove oblasti su u gradovima, i karakteri{u se velikim brojem malih potro{a~a koji rade sa promenqivim karakteristikama, odnosno optere}ewem. Izvori harmonika u ovom slu~aju su ispravqa~i u brojnim elektronskim ure|ajima u doma}instvu.

Da bi moglo se pretpostaviti pona{awe i tok vi{ih harmonika u mre`i nu`no je razumeti dve tesno povezane teme. Prvo: Potrebno je poznavati ta~nu

lokaciju izvora vi{ih harmonika i njihove karakteristike. Drugo: Treba uzeti u obziru povezanost ovih izvora uglavnom preko linearanog naizmeničnog (AC) sistema. Zbog malog i ograničenog broja informacija o opterećenju sistema i zbog prisutnosti vi{ih harmonika na impedansi vodova, koja je takoder nelinearna, ovaj zadatak je veoma složen. Dage ograničenja, koje utiče na tačnost predviđanja, je postojanje nelinearnosti sa distributivne strane i raznorodnih vrsta opterećenja.

Simulacija povezanosti velikih statičkih pretvarača i AC sistema je kompleksno pitanje, uzimajući u obzir veličinu pretvarača, koji se koriste u industrija i drugim aplikacijama, kao i metode njihovog upravljanja, odnosno ukupna/iskupna na mrežu. Funkcionalnost pretvarača u velikoj mjeri zavisi od kvaliteta napajanja, a ono je sa druge strane pod uticaj samog pretvarača.

Ovaj problem nije tema ove disertacije, ali je važno da on bude istaknut, zbog praktičnog značaja ove tematike.

INDUSTRIJSKI POTROŠAČI ELEKTRIČNE ENERGIJE

Problem pojave vi{ih harmonika i njihovog uticaja na KEE kod velikih industrijskih potrošača EE, može se jednostavno sagledati i izvršiti podjela odgovornosti KEE. Jasno je da su ovi potrošači velik izvor vi{ih harmonika, pa se njihov nivo može pratiti preko monitoring uređaja. Pošto se radi o vrlo ograničenom broju mernih mesta, investicija nije značajna. Na taj način iako se može utvrditi veza između radnog ciklusa potrošača i nivoa vi{ih harmonika u mreži i na bazi toga napraviti podjela odgovornost. Jedan primer takve situacije predstavljaju ugovor između fabrike automobilske industrije u Michiganu i elektroprivrede Detroit Edison [1].

Postavkama odgovarajućih digitalnih mernih instrumenata, na mestima razmene, mogu se takođe utvrditi harmonijska izobličenja, otkriti njihove izvori i/ili im naplatiti, tako da se eliminiše mogućnost nepotrebnih iskupna prenosnih, odnosno distributivnih sistema.

Harmonijsko izobličenje napona i struje se može predstaviti kao zbir sinusoidalnih vrednosti vi{ih frekvencija i to:

$$V_{(t)} = \sum_{h=1}^n V_h \sin(h\omega t + \alpha_h) \quad (1)$$

$$I_{(t)} = \sum_{h=1}^n I_h \sin(h\omega t + \beta_h) \quad (2)$$

Na taj način može se dobiti merni zapis ili signalno poređenje harmonijskog stava u mreži, odnosno u wnim glavnim tačkama (PCC).

Digitalni instrumenti mogu izmeriti vrednosti snage takođe prema njihovim definicijama i to:

$$P = \sum_{h=1}^n V_h I_h \cos(\alpha_h - \beta_h) \quad (3)$$

$$P_{(1)} = V_1 I_1 \cos(\alpha_1 - \beta_1) \quad (4)$$

$$P_{(h)} = \sum_{h=2}^n V_h I_h \cos(\alpha_h - \beta_h) \quad (5)$$

gde je sa (3) predstavljena aktivna snaga, s tim što je snaga na osnovnom harmoniku data sa (4), a snaga ostalih harmonika, data sa (5). Na sličan način može se predstaviti reaktivna snaga i snaga distorzije.

Utro{ena energija se sada javqa kao energija osnovnog harmonika i energija vi{i harmonika.

$$W_{(l)} = P_{(l)} \cdot t \quad (6)$$

$$W_{(h)} = P_{(h)} \cdot t \quad (7)$$

Me|utim, pitawe reaktivne energije je slo`enije, jer se ona javqa u novim oblicima koji do sada nisu bili poznati. Kao kod aktivne, pojavuje se reaktivna energija osnovnog i vi{i harmonika:

$$W_{Q(l)} = Q_{(l)} \cdot t \quad (8)$$

$$W_{Q(h)} = Q_{(h)} \cdot t \quad (9)$$

Pored toga javqa se utro{ak energije, koja je posledica snage distorzije, a koja tako|e optere}uje normalno kori{}ewe aktivne energije. Za razliku od reaktivne energije koja je neophodna za pravilan rad elektri~nih ma{ina, uloga energije distorzije je nepoznata, odnosno nepotrebna. Zbog toga ona unosi ne`eqenih utro{ak, ali koji je realno postoje}i u sistemima sa harmonijskim tokom:

$$W_D = D \cdot t \quad (10)$$

Moderni merni i monitoring ure|aji, koji se ugra|uju na pomenutim mestamarazmene, moraju imati mogu}nost pra}ewa i razlikovawa pomenutih vrsti EE.

Va`no je videti kakav bi bio maksimalni dozvoqeni odnos ovih snaga. Ako se pretpostavi da su THDI i THDV uzete iz IEEE519 onda se dobiju:

$$\left(\frac{S_D}{S} \right)^2 = (THDI)^2 + (THDV)^2 + (THDI \cdot THDV)^2 \quad (11)$$

Tabela 1. Maksimalne vrednosti odnos snage

$(I_{sc}/I)\%$	$THDI\%$	$THDV\%$	$(S_D/S)\%$
>1000	20	5	0.21
100-1000	15	5	0.16
50-100	12	5	0.13
20-50	8	5	0.09
<20	5	5	0.07

Primer: @elezara "Skopqe", je poznati veliki izvor vi{i harmonika. Kori{}ewem rezultata merewa vi{i harmonika u periodu od jedne nedeqe i pore|ewem sa vrednostima snaga iz tabele 1, za $(I_{sc}/I) > 1000$, $THDI = 20\%$ mo`e se videti da je maksimalni dozvoqeni odnos snaga vi{i nego dozvoqen [2].

HARMONIJSKO IZOBLI^EWE NA MESTIMA RAZMENE IZME|U: KOMPANIJA ZA PRENOS (PREKO) I DISTRIBUTIVNE KOMPANIJE (DISKO)

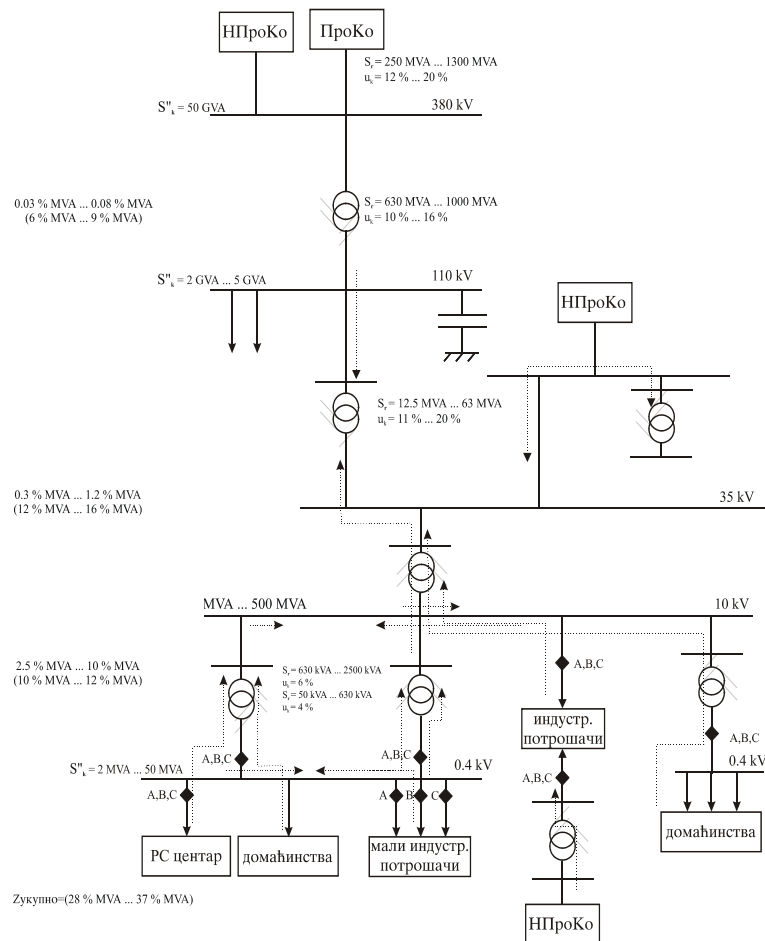
PreKo imaju odgovornosti za kvalitet napona koji predaju distributivnim kompanijama. DisKo i krajwi korisnici, imaju odgovornosti za proizvodwu harmonijskih izobli~ewa svojim sistemima, povratno u elektroenergetski sistem,

odnosno u sistema PreKo. Odgovornost se raspodequje postavqawem ograni~ewa strujno harmonijskih izobli~ewa na mestu razmene.~esto se de{ava da se generisano harmonijsko izobli~ewe od strane krajwih potro{a~a reflektuje preko DisKo na PreKo, pri ~emu se odgovornost pripisuje DisKo, koja u su{tini ne proizvodi harmonijska izobli~ewa. Kod industrijskih potro{a~a elektri~na energija se prenosi direkno preko PreKo, bez kori{}ewa DisKo, pri ~emu odgovornost za harmonijska izobli~ewe je na industrijskim potro{a~ima, koji pored toga {to se moraju pridr`avati nacionalnih i internacionalnih standarda za KEE, sa druge strane trebaju biti kontrolisani sofisticiranom digitalnom mernom opremom, instaliranom na mestu razmene.

Pored upotrebe nacionalnih i internacionalnih standarda za kvalitet elektri~ne energije, u nekim slu~ajevima, proizvodni industrijski objekti, koji se direktno snabdevaju sa elektri~nom energijom od PreKo, sklapaju i ugovore (SMC, special manufacturing contract), o kvalitetu elektri~ne energije, gde su norme, ograni~ewa i pravila mnogo rigoroznija u odnosu na nacionalne i internacionalne standarde za kvalitet elektri~ne energije [3]. Ova vrsta ugovora je u deregulacionim uslovima sve vi{e zastupqena. Razlozi za wihovu zastupqenost predstavqa prvo ekonomska opravdanost, zatim nepostojawe posebnih ili ikakvih standarda koji re{avaju probleme, i podsticawe obostrane odgovornosti za kvalitet elektri~ne energije [4].

HARMONIJSKO IZOBLI^EWE NA MESTIMA RAZMENE IZME|U: DISKO I KRAJWIH POTRO[A^A

Krajwi potro{a~i predstavqaju one koji imaju mogu}nost izbora, ko i sa kakvim kvalitetom je ih snabdevati sa elektri~nom energijom. Me|utim, veliki zna~aj predstavqa i njihov doprinos KEE izme|u samih korisnika individualno i celog elektroenergetskog sistema DisKo. Prethodno je pokazano da harmonijska izobli~ewa nastaju ~e{e od raznih elektroenergetskih potro{a~a, krajwih korisnika elektri~ne energije, nego od ProKo i PreKo.



◆ mesto gde bi trebalo instalirati uređaj za merenje viših harmonika

Slika 1. Model deregulisanog EES-a sa prikazani tok viših harmonika, impedanse sistema i mernih mesta

Na slici 1 predstavjen je primer modela EES-a sa prikazanim tokom viših harmonika. Sa slike se vidi da su viši harmonici najzastupljeniji u oblasti DisKo-krajni potrošači-DisKo i NProEE-krajni potrošači-DisKo, dok prema PreKo i ProKo tok viših harmonika se drastično smanjuje. Tok viših harmonika struje je od krajnjih potrošača prema distributivnoj mreži, pa i prenosu.

Glavne elektroenergetske komponente između niskog i srednjeg napona su distributivni transformatori, koji su i najviše izloženi uticaju viših harmonika. Sa druge strane, distributivni transformatori predstavljaju jedan vid barijere ili filtera viših harmonika, koji ne dozvoljavaju tok nekih viših harmonika ka prenosnom sistemu. Znači da veći procenat viših harmonika ostaje u distributivnoj mreži. Sada dolazi do izražaja vrlo složno pitanje, kako napraviti podjelu odgovornosti za više harmonike i gde se oni kreću u distributivnom sistemu?

KAKO IZVRŠITI PODELU ODGOVORNOSTI O TOKU VIŠIH HARMONIKA IZMEĐU DISKO-KRAJNI POTROŠAČI -DISKO I NPROEE-KRAJNI POTROŠAČI-DISKO?

U najjednostavnijem obliku matematički proračun obezbeđuje direktno rešenje efekata injektirane viših harmonika linearnog sistema, bez eksplicitnog uzimanja u obzir harmonijsku interakciju mreže i nelinearne komponente.



Slika 2. Model injektirane nebalansirane struje u nebalansiran AC sistem

Izvor injektirane viših harmonika, u zavisnosti od raspoloživih informacija za nelinearne komponente, može biti strujni izvor sa Theveninim ili Nortonovim harmonijskim ekvivalentima.

Iz dostupne informacije o testovima koja su urađeni na mernim mestima viših harmonika može se zaključiti da postoji asimetrična priroda očitavanja. Ova asimetrija, koja je više pravilo nego iskustvo, opravdava višefazne harmonijske modele, predstavljena je slici 2. Osnovne komponente višefaznog algoritma predstavljaju napajanje sa više provodnika, koje može takođe da se prestavi pri bilo kojoj frekvenciji sa sopstvenim ekvivalentnim PI-modelom, koji uključuje međusobne efekte, kao što je skin efekt i td. Modeli napajanja se mogu kombinovati sa pasivnim komponentama mreže da bi dobili ekvivalentne trofazne harmonijske impedanse.

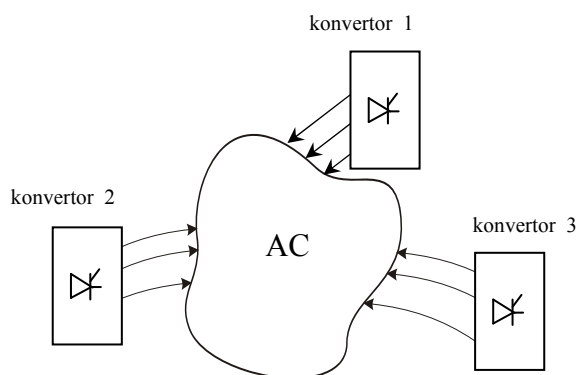
◆

Harmonijski napon sistema mo`e se izra`unati iz slede}e jedna-ine:

$$\begin{aligned}
 [I_h] &= [Y_h] \cdot [V_h] \\
 \cdot & \quad \cdot \quad \cdot \\
 \cdot & \quad \cdot \quad \cdot \\
 \cdot & \quad \cdot \quad \cdot
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 [I_3] &= [Y_3] \cdot [V_3] \\
 [I_2] &= [Y_2] \cdot [V_2] \\
 [I_1] &= [Y_1] \cdot [V_1]
 \end{aligned}
 \tag{12}$$

gde $[Y_h]$ prestavqa reduciranu matricu admitansi sistema sa tri puta ve}im redom nego broj injektuju}ih sabirnica.



Slika 2. Prikqu-ak konvertera na AC sistem

Upro{tavawe sistema radi dobijawe ekvivalentne matrice admitanse prestavqa vrlo va`an deo u procesu dizajnirawa filtra vi{ih harmonika kada je potrebno posmatrati sistem sa jednom ta~kom prikqu-ka. Tako|e na sistemu mo`e biti prikqu-eno vi{e konvertora na raznim mestima, prestavqeno na slici 2, pri {to u ovom slu~aju upro{tena matrica admitanse bi bila sa redom 9. Pri istra`ivawe harmoniskog izobli~ewa u vi{e slu~aeva pretpostavqa se da struje konvertora su poznate. Ali u op{tim, realnom slu~aju bilo kakva harmonijska izobli~ewa napona na prikqu-nim ta~kama konvertora uti~e na harmonijsko izobli~ewe struje. Re{ewe ovog problema je dosta komplikovano za matrice vi{eg reda, koja odgovara realnim sistemom:

$$\begin{bmatrix} I_j \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ I_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{jj} & \cdot & \cdot & \cdot & Y_{jn} \\ \cdot & & & & \\ \cdot & & & & \\ \cdot & & & & \\ \cdot & & & & \\ Y_{nj} & \cdot & \cdot & \cdot & Y_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_j \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ V_n \end{bmatrix} \quad (13)$$

Ovaj problem se mo`e re{iti redukovavem naizmeni~nim sistemima na ekvivalentne sisteme ni`eg reda, ali ta analiza nije predmet ovog rada.

Postoje}i standardi vi{ih harmonika uvode dva kriteriuma za limitirawe harmonika:

- limitiraju se harmonici struje, koje korisnik mo`e da unese u elektroenergetski sistem, i
- garantuje se kvalitet napona, koji se isporu~uje potro{a~u, tj. limitira se ukupna distorzija napona u mre`i.

Limiti za harmonisku distorziju struje, povezani su sa nivoom kori{}enih "harmoniskih kapaciteta" mre`e (tj. odnosom struje kratkog spoja i maksimalne struje pretvara~a) i naponskim nivoom na koji je prikqu~en. Ovo je delimi~no primeweno u standardima Velike Britanije i Austrije, ~ija ciq davawe istih prava svim potro{a~ima (i velikim i mali) da "zaga|uju" mre`u. Istovremeno e taj nivo "zaga|ewa" ograni~en na vrednost koju mogu da toleri{u ostali potro{a~i i sama mre`a.

Limiti za maksimalno distorziju napona, zavise od naponskog nivoa mre`e i nisu dati izdefrencirano za pojedina~ne harmonike u svim standardima. Me|utim, sli~no kao kod IEC standarda, razlikuje se tri grupe limita: specijalne aplikacije (ustvari veoma osetlivi potro{a~i), op{ti sistem (javna mre`a) i namenski sistemi (specijalni industrijski potro{a~i). Ove grupe se razlikuje po visini limita.

U literaturi pojavqaju se matemati~ki modeli sa razli~itim stepenima kompleksnosti, koje prestavqaju pojedine nelinearne komponente kao {ta su ac/dc pretvara~i izra`ene preko harmonijski North-onove jedna~ine [5, 6]. One koriste iterativnu harmonijsku analizu da bi predstavili povezanost izme}u pretvara~a i linearnog sistema. No, potrebno je daqe istra`ivati da bi se moglo predstaviti u isto vreme efekat vi{e me|usabno povezane nelinearnih komponentata. Uglavnom, re`im sistema je stacionaran ne potpuno opisan sa harmoniskim izobli~ewem u mre`i. U ve}ini slu~ajeva pretpostavqa se da nisu prisutne druge frekvencije osim osnovne frekvencije i wenih harmonika. Ovaj na~in analize mo`e se sagledati kao ograni~ewe domena frekvencije, modelirawe vi{ih harmonika za celobrojne umno{ke osnovne frekvencije, no u istom vremenu vr{i se i modelirawe svih nelinearnih interakcija. Modelirawe domena vi{ih harmonika mo`e da obuhvati re{ewe za ograni~ewe u odnosu toka trifaznog optere}ewa, kontrola promenqivih i t.d.

Postoje dva vrlo va`na aspekta u odnosu modelirawa domena vi{ih harmonika u energetskom sistemu:

- izvo|ewa, forma i ta~nost nelinearnih jedna~ine koje se koriste za opisivawe stacionarnog re`ima sistema
- iterativani postupak koji se koristi za re{ewe sistema nelinearnih jedna~ina

U upotrebi je puno metoda da bi se mogao dobiti ta~an sistem nelinearnih jedna~ina, koje opisuju stacionarni re`im sistema. Posle podele sistema na linearne oblasti i nelinearne urede, nelinearni sistemi se opisuju sa pojedina~nim jedna~inama, i daju grani~ne uslove linearnog sistema. Re{ewe sistema tada uglavno se nalazi u re{ewu grani~nih uslova za svaki nelinearni

ure|aj. Modelirawe ure|aja vr{i se simulirawem u vremenskom domenu u stacionarnom stawu, analiti~ke jedna~ine u vremenskom domenu, samplirawe i furijeve transformacija a u zadwe vreme i sa harmonijske fazne analiti~ke jedna~ine [7,8].

U pro{losti, modelirawe u domenu vi{i harmonika bilo je ograni~eno zbog nedovoqne posve}ene pa`we metodu re{ewa. Prve metode koje su se koristele su Gauss-Seidel iterativna metoda sa fiksnim ta~kama koje su ~esto divergirale. Napredak koji je napravqen iz tog vremena su linearizirane RLC komponente u kojima koje se re{avaju sa takav na~in da nemaju nikakav uticaj na samo re{ewe [7]. U novije vreme pristup je da svaka iteracija nelinearnih ure|aja se mewa se linearnim Nortonov ekvivalentom izabranim da reprezentira nelinearnosti, {ta je mogu}e bli`e ponekad preko frekventno povezane nortonove admitanse. Progres ovih podobrewa vodi do upotrebe Wutnog metoda, koji se uspe{no koristi u toku optere}ewa du`eg vremena. Kad nelinerni sistem koji treba re{iti se izrazi u prikladnoj formi za re{ewe sa Wutnovim metodom, posebne probleme u odnosu modelirawa ure|aja i re{ewe sistema mogu se razviti u celosti, tako da veliki broj podobrewa osnovnom Wutnovim metodom, mo`e biti popomugnut sa numeri~kom analizom koja se mo`e odmah primeniti.

Kako izvr{iti podelu odgovornosti vi{i harmonika u deregulacionom EES-u koja snose velika finansiska odgovornost prestavqa veliki problem. Da bi se ovo re{ilo od velikog je zna~aja postojewe i upotreba raspolo`ljivosti ta~ne i dostupne diskriminatorne metode.

Upotreba standardnih indeksa kao {ta su THD nije adekvatno po{to ne pravi razliku izme|u "injektirane" i "apsorbirane" strujne harmonike. Takav tip razdvajawa zahteva merewa ugla pomeraja izme|u svakog strujnog harmonika i odgovaraju}eg napona sabirnice. Sa druge strane postoe}a filozofija "ko }e prvi do}i, prvi }e da dobije uslugu" (first come first served), iako je jednostavna za implementaciju nije fer prema novim potro{a~ima. U isto vreme izgradwe nove centrale, postrojke, linearne ili nelinearne, pove}ava vi{e harmonike u ostalim delovima distributivnog sistema. Zbog toga merewa vi{i harmonika na primopredajnim mestima mo`e biti neodgovaraju}i za ostale komponente sistema. U ovom slu~aju problem dolazi iz me|usobne veze izme|u nelinearne centrale, postrojke i druge komponente distributivnog sistema, tako da ovo prestavqa problem svuda u sistemu i ne postoji jedinstveno i objektivno re{ewe. Lokacije svakog pojedina~nog izvora vi{i harmonika mora se uzeti u obzir da bi se moglo ta~no utvrditi odgovornosti a prema tome napraviti i podela, izme|u me|usabno povezane korisnike sistema. Tako da uop{te nije prakti~no jednovremeno vr{iti merewa vi{i harmonika napone i struje na veliki broj mesta po{to merni instrumenti koje se koriste za vi{e harmonike su dosta skupqi nego obi~ni instrumenti.

Poznatiji sistem procena harmonika, (Harmonic State Estimation, HSE) mo`e obezbediti informacije o generisawu vi{i harmonika i wihove raspredede u sistemu. Glavne aplikacije sistema procene harmonika u odnosu KEE su prestavqeni u [9]. Sistem procena harmonika prestavqa reverzan proces simulacije vi{i harmonika koji vr{i analizu odziva energetskog sistema na injektrinane strujne izvore vi{i harmonika, tako da sistem procena harmonika koristi odre|ena merewa u EES-a da bi mogao identifikovati izvore vi{i harmonika. Pomo}u sistema procene harmonika trifazni sistem se mo`e podeliti na delove: AC deo koji ne sadr`i vi{e harmonika i deo koji sadr`i sumwive izvore vi{i harmonika. U deregulisanom EES-u svaka ta~ka povezivawa izme|u nezavisni komponenti sistema tretira se kao "sumwive sabirnice koja mo`e imati vi{i harmonika". Odre|en broj vi{eprikqu~nih mernim ta~kama postavqa se na selektirane sumwive sabirnice da bi se izvr{ila delimi~na, sinhronizirana i asimetri~na merewa vi{i harmonika u sistemu. Ilustracija fizi~kih komonenata procene vi{i harmonika i mesto prikqu~ewa merni ure|aja data je na slici 1 i 2. Postavqawe mernih mesta mo`e se modificirati preko raznih analiza.

Posmatrawe zavisi od broja, tipa, lokacija merewa vi{ih harmonika, topologije sistema kako i matrice admitanse sistema. Uglavnom rezultate vi{ih harmonika iz mernih ure|aja su pribli`no jednake sa realnim rezultatom, razlika mo`e biti minimalna zbog systemske gre{ke, efikasnosti A/D konvertera.

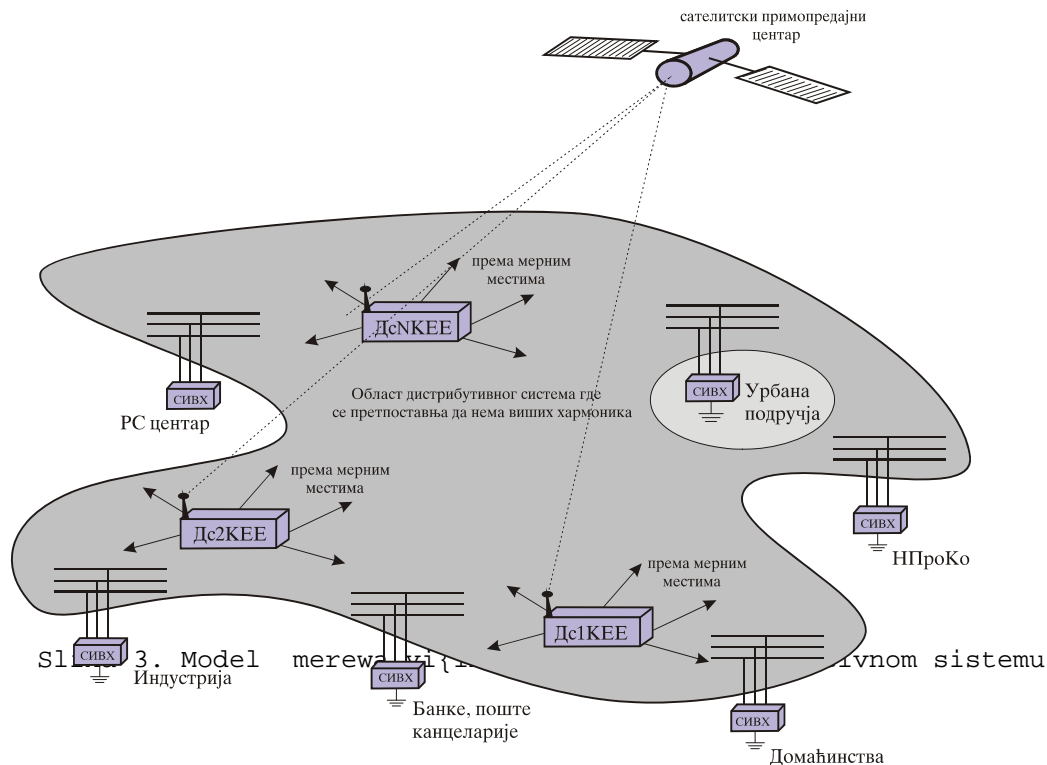
Na bazi matrice admitanse sobirnica sistema i postavqawe mernih ure|aja, sistem linearnih jedna~ina odre|uje kako }e merewa biti funkcionalno povezana u zavisnost i od promene stawa. Sistem procene harmoika koji sadr`i parcijalne mere uglavnom je neodre|en. Ovo je zbog toga {ta broj nezavisnih jedna~ina merewa je mawi od broja promenqivih stawa. Da bi se izbegla ova pote{ko}a sistem procena harmonika transformira procese iz neodre|enog u vrlo odre|enim sa postepenim smawivawem broja promenqivih stawa, koji }e odgovarati sa ograni~enim broj mernih mesta. Smawewe broj promenqivih po~iwe od vi{ih harmonika napona na sabirnicima u deo koji ne sadr`i izvore vi{ih harmonika pa sve do dela koji ne sadr`i izvore vi{ih harmonika t.e. sumwivih sabirnica. Tako da problem veli~ina sistema procene harmonika se dosta smawuje (dimenzije matrice koja se treba invertirati je dosta mala). Iako ovako dobijene informacije su vrlo male (pr. matrice admitanse vi{ih harmonika i parcijalne mere vi{ih harmonika) ovo je dosta dovoqno da bi mogao proceniteq izvr{iti procenu u centralnom kompjuteru. Proceniteq vi{ih harmonika koristi ovaj ograni~eni izvor podataka da bi mogao {to boqe proceni spektar vi{ih harmonika za sve sabirnice napona, injektirane i linijske struje (i one koje su izmerene i one koje nisu) u deo EES-a koji ne sadr`i izvore vi{ih harmonika. Sada kako se mo`e oceniti da li je ovaj estimator dobar ili ne?

Ocena isklu~ivo se mo`e dobiti iz informacije za: minimalne promenlive, maksimalne sli~nosti, uslovno o~ekivane rezultate i t.d

Harmoniske napone sumwivih sabirnica i harmonijske struje injektirane iz sumwivih izvora vi{ih harmonika u deo EES-a koji ne sadr`i izvore vi{ih harmonika obezbe|uje se iz rezultate procene vi{ih harmonika u sistemu. Tako da svaki sumwivi izvor vi{ih harmonika mo`e injektirati vi{e harmonike u distributivnom EES-u ili ih absorbirati.

Sada da vidimo kakva }e da bude konfiguracija mernog sistema. Na tr`i{tu postoje veliki broj elektronskih kontrolnih ure|aja koji se mogu upotrebiti na mestima razmene elektri~ne energije, me|utim obim mernih ure|aja mora biti pove}an i prilago|en ta~no za kontrolu razmene energije u jednom deregulisanom EES-u., po{to oni moraju obavqati slede}e funkcije:

- kontinuirano sledewe u PCC izme|u razli~ite strane
- dobra sinhronizacija izme|u geografski podeqene merne lokacije
- mogu}nost odre|ivawa izvora vi{ih harmonika
- mogu}nost detektirawa ne samo vi{ih harmonika nego i neharmonijske signale, primer: tranzijenti i interharmonike.
- Ve}ina postoje}ih mernih ure|aja koriste furijeove transformacije, tako da procesirawe informacije mo`e biti kontinuirano i diskontinuirano, u zavisnosti karaktera signala koji se meri u odnosu izobli~ewa signala. Takav odgovaraju}i potrebni ure|aj mo`e se uglavnom podeliti na tri podsistema: akvizicija i kondicionirawe ulaznog signala, digitalna obrada i skladirawe i veze sa korisnikom. Ovi posistemi mo`u biti me|usabno povezani i predstavqeni su na slici 3.



ZAKLJUČAK

Podela odgovornosti harmonijskog izobličenja u deregulisanoj EES-u, definitivno je moguća isklučivo preko implementacije odgovarajućih mernih sistema, koje bi registrirale dosta tačnije izvore viših harmonika posebno u distributivnom sistemu gde je nemoguće odrediti tok viših harmonika.

Postojeće standarde za KEE su dobri ali ne i dovoljni. Takođe je bitno da [24] predstavlja preporuku, a ne standard ili neki legalan dokument, iako je prihvaćen iz puno elektroprivrede raznih zemalja. On ne daje informacije a takođe i standardi koji je odgovoran za kontrole viših harmonika, krajnje korisnike ili distribucija, koji je dozvoljen nivo strujnog izobličenja za nelinearnog napajanja.

Neminovne su potrebe od odgovarajućih standarda razvoj odgovarajuće simulacije KEE, i mernih uređaja za njihovu implementaciju.

Klasičan primer podela odgovornosti KEE, u deregulacionom sistemu predstavlja implementacija vlastitog mernog sistema u prenosnom i distributivnom sistemu. Komisija energetike elektroenergetskog sistema Rumunije donela je tzv. "Transmission Technical Code, ARNE 2000" i "Distribution Technical Code, ARNE 2000"[8,10]. Preko ovih propisa oni su implementirali indekse KEE iz standarda EN 50160 u monitoring sistem, koji je u nadležnost sistem operatora. Takođe, u saglasnosti sa Romanian Electrical Energy Law nr. 318/2003, u članu 43 "Consumer rights" objasnili su i definisali prava (kompenzacije sa strane distributera u slučaju problema sa KEE), a sa druge strane i potrebnih uslova koji moraju zadovoljiti krajnji potrošači za probleme KEE.

LITERATURA

- [1] Katić V., Aćkoski R., 2001 "Vlijanje na deregulaciju vrz kvalitet na električnu energiju", Treće sovetovanje na MAKO-SIGRE 2001, 3-6, Ohrid, str. P37-3.

- 2 Shikoski J., Katić V., Nikoloski Lj., Chingoski V., Rechkoska U., 2002: "Harmonic Distortion in Macedonian Power System, the Needs for Adequate Standards and Measurements Under Deregulation", *International Council on Large Electric Systems, 39th Session, CIGRE*, 25-30, Paris, France, proceedings number 37, paper n. 37-301.
- 3 McGranaghan M., Kennedy B. W., Sarnotyj M. 1998, "Power quality contracts in a competitive electric utility industry", *8th International Conference on Harmonics and Quality of Power*, Vol. 1, 1998, pp. 170-175.
- 4 Shikoski J., Katić V., 2002: "The needs for standards and measurements in a deregulated power system and its economic impact", *Internet –only International Journal "Journal of Electrical Engineering", University of POLITEHNICA*, Timisuara, Romania, ISSN 1584 – 4594, Vol.2, No.1, May 2002, Article 5, pp.32-39..
- 5 Arrilaga A., Bradley D. A., and Bodger P. S., 1985, *Power System Harmonics*, John Wiley & Sons, London.
- 6 Landis & Gyr, 1993 "Effect of DC loads on metering," *GyrBytes Bulletin, Landis & Gyr Metering, Inc.*, Vol. 3, No. 2A.
- 7 Arrillaga J., M.Bollen, N.R.Watson, 2000: "Power quality following deregulation". Proceedings of the IEEE, Vol. 88. No.2, pp. 246-261.
- 8 ANRE-"Electricity Transmission Grid-Technical Code", available on line at:
<http://www.anre.ro/FisZip/Transmission%20grid%20technical%20code.pdf>
- 9 Heydt G. T. 1991 , *Electric Power Quality*, Stars in a Circle Publications, Chelsea, Michigan.
- 10 ANRE-"Electricity Distribution Grid-Technical Code", available on line at:
<http://www.anre.ro/FisZip/ Distribution %20technical%20code.pdf>