

Bartosz OLEJNIK*
Krzysztof ŁOWCZOWSKI*

TECHNICZNE METODY POPRAWY WSPÓŁCZYNNIKÓW SAIDI ORAZ SAIFI STOSOWANE W SIECI DYSTRYBUCYJNEJ

Artykuł dotyczy popularnych w ostatnim czasie zagadnień związanych z metodami redukcji współczynników opisujących ciągłość dostaw energii do odbiorców. Najistotniejszymi z nich są współczynniki SAIDI oraz SAIFI definiujące czasy i częstotliwości występowania tzw. przerw długich. W artykule przedstawiono wartości współczynników SAIDI i SAIFI w latach 2011 – 2014 i opisano w skrócie sposoby, dzięki którym w rozpatrywanym czasokresie wartości współczynników zostały zredukowane. Analiza prowadzona jest dla: Enea Operator S.A., Tauron Dystrybucja S.A., PGE Dystrybucja S.A., Energa Operator S.A. oraz RWE Stoen Operator sp. z o.o. Istotną częścią artykułu jest przedstawienie technicznych metod poprawy współczynników określających ciągłość dostaw energii elektrycznej. Do metod tych można zaliczyć np. stosowanie linii kablowych w sieci SN, stosowanie izolowanych przewodów napowietrznych czy zdalnie sterowanych łączników w głębi sieci. Przedstawiono także możliwości symulacyjne w specjalizowanym oprogramowaniu, które pokazują potencjał rozpatrywanych metod a których analiza znajduje się w końcowym rozdziale artykułu.

SŁOWA KLUCZOWE: SAIDI, SAIFI, redukcja, operator systemu dystrybucyjnego, symulacja komputerowa

1. WSTĘP

Wielkim wyzwaniem dla wszystkich operatorów sieci dystrybucyjnej (OSD) jest aktualnie sprostanie wysokim wymaganiom odbiorców i ustawodawców dotyczących jakości energii elektrycznej. Ta jakość, rozumiana w gruncie rzeczy bardzo szeroko, jest uzależniona od działań nie tylko po stronie wytwórców energii, ale także inwestycji prowadzonych w sieci dystrybucyjnej.

W Urzędzie Regulacji Energetyki aktualnie zarejestrowanych jest 171 operatorów systemu dystrybucyjnego [1], przy czym ponad połowa z nich to operatorzy czysto przemysłowi, świadczący usługi dystrybucji tylko na obszarze konkretnych przedsiębiorstw. Do największych OSD działających na terenie Polski

* Politechnika Poznańska.

są zaliczane następujące podmioty: TAURON Dystrybucja S.A. z siedzibą w Krakowie, PGE Dystrybucja S.A. z siedzibą w Lublinie, ENERGA Operator S.A. z siedzibą w Gdańsku, ENEA Operator S.A. z siedzibą w Poznaniu oraz RWE STOEN Operator Sp. z o.o. z Warszawy (rys. 1). Podmioty zostały uszeregowane według liczby obsługiwanych odbiorców.



Rys. 1. Obszary działania największych operatorów systemu dystrybucyjnego w Polsce [2]

Wszyscy operatorzy prowadzą działania inwestycyjne i organizacyjne, których celem jest m.in. obniżenie wartości tzw. wskaźników jakościowych określających ciągłość dostarczania energii do odbiorców. Są one w ogólnym rozrachunku skuteczne, ponieważ od wielu lat notuje się stopniowe obniżanie tych współczynników o kilka procent w skali roku.

2. PRZERWY W DOSTAWIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ ORAZ OPISUJĄCE JE WSPÓŁCZYNNIKI

Przerwa w dostawie energii elektrycznej jest to zjawisko, w którym napięcie zasilające odbiorcę końcowego ma wartość niższą niż 1% napięcia znamionowego. W ogólnym przypadku można podzielić przerwy w dostawie energii elektrycznej na planowane i nieplanowane. Przerwy planowane to takie, które wynikają z programu prac eksploatacyjnych sieci. Czas ich trwania liczony jest od momentu otwarcia wyłącznika do czasu wznowienia dostarczania energii elektrycznej. O każdej planowanej przerwie OSD musi informować z siedmiodnio-

wym wyprzedzeniem wykorzystując dostępne media oraz wywieszając stosowne ogłoszenia w ogólnodostępnych miejscach (dotyczy odbiorców komunalnych oraz przemysłowych zasilanych z sieci niskiego napięcia) lub powiadamiając (listownie, telefonicznie) każdego odbiorcę indywidualnie, lecz tylko wtedy, gdy jest on przyłączony do sieci o napięciu znamionowym wyższym od 1 kV.

Jeśli operator nie wywiąże się z obowiązku poinformowania odbiorców o przerwie planowanej to jest ona w świetle prawa traktowana jak przerwa nieplanowana.

Rozporządzenie Ministra Gospodarki [3] określa maksymalne dopuszczalne czasy trwania przerw w dostawie energii dla poszczególnych grup przyłączeniowych odbiorców. W przypadku podmiotów zasilanych napięciem niższym od 1 kV maksymalny czas pojedynczej przerwy nie może być większy od 16 godzin dla przerwy planowanej oraz 24 godziny dla nieplanowanej. Czas trwania przerw w roku stanowiący sumę czasu trwania przerw jednorazowych długich oraz bardzo długich limituje się do 35 godzin dla przerw planowanych oraz 48 godzin dla nieplanowanych.

Odbiorcy podłączeni do napięcia wyższego od 1 kV powyższe czasy mają ustalane indywidualnie i są one dostosowywane do profilu działalności konkretnych przedsiębiorstw.

W tabeli 2.1. przedstawiono podział przerw z uwagi na ich czas trwania.

Tabela 2.1. Podział przerw w dostawie energii elektrycznej z uwagi na czas trwania [3]

Typ przerwy	Mikro-przerwa	Krótką	Długa	Bardzo długa	Katastrofalna
czas trwania	< 1 s	1 s – 3 min	3 min – 12 h	12 h – 24 h	> 24 h

Zgodnie z rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 roku w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego każdy operator podaje do publicznej wiadomości wartości następujących wskaźników:

- SAIDI, osobno dla przerw planowanych i nieplanowanych,
- SAIFI, osobno dla przerw planowanych i nieplanowanych,
- MAIFI.

Wskaźnik przeciętnego systemowego czasu trwania przerwy długiej i bardzo długiej SAIDI jest definiowany jako suma iloczynów czasu trwania przerwy i liczby odbiorców narażonych na działanie tej przerwy w ciągu roku, podzielona przez łączną liczbę obsługiwanych odbiorców [3], tzn.:

$$SAIDI = \frac{\sum t_p N_p}{N} \quad (1)$$

gdzie: t_{pd} – czas trwania przerwy długiej lub bardzo długiej, N_{pd} – liczba odbiorców narażonych na skutki przerwy, N – łączna liczba odbiorców obsługiwana przez operatora.

Wskaźnik przeciętnej systemowej częstości przerw długich i bardzo długich SAIFI definiowany jest jako liczba wszystkich tych przerw w ciągu roku podzielona przez łączną liczbę obsługiwanych odbiorców [3]:

$$SAIFI = \frac{n_p}{N} \quad (2)$$

gdzie: n_{pd} – łączna liczba wszystkich przerw długich i bardzo długich u odbiorców, N – liczba obsługiwanych przez operatora odbiorców energii elektrycznej.

Wskaźnik MAIFI dotyczy przerw krótkich i nie jest tematem niniejszej pracy.

3. OPERATORZY SYSTEMU DYSTRYBUCYJNEGO W POLSCE – NAJWIĘKSZE SPÓŁKI

Liczba obsługiwanych w 2012 i 2014 roku odbiorców przez największych polskich OSD została zestawiona w tabeli 3.1.

Tabela 3.1. Liczba odbiorców obsługiwanych przez największych polskich operatorów systemu dystrybucyjnego

Nazwa OSD	ENEA	ENERGA	TAURON	PGE	RWE STOEN
Liczba odbiorców w 2012 roku, [tys.]	2421,074	2916,767	5301,511	5164,75	938,508
Liczba odbiorców w 2014 roku, [tys.]	2460,758	3036,404	5334,408	5225,653	964,802
Przyrost liczby odbiorców 2012-2014, [%]	1,64	4,1	0,62	1,18	2,8

Podstawowe dane sieci eksploatowanych przez rozpatrywanych operatorów zostały przedstawione w tablicy 3.2 oraz 3.3, przy czym dane są aktualne na koniec 2014 roku.

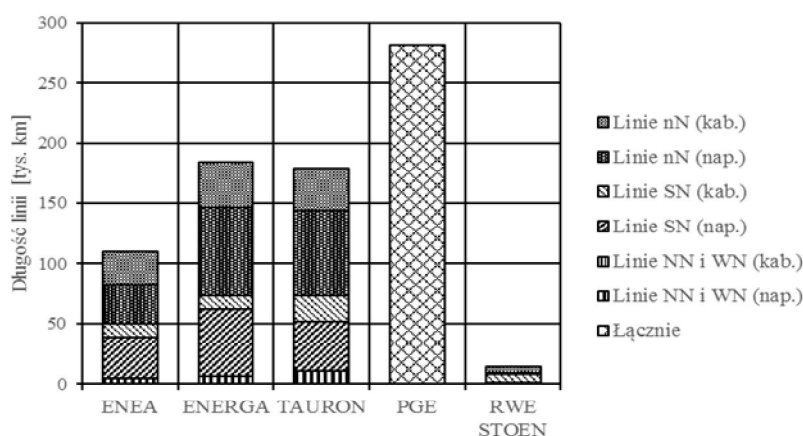
W tabeli 3.2 wielkości pisane czcionką prostą dotyczą linii napowietrznych natomiast czcionką pochyłą – linii kablowych.

Dane w tabelach 3.1 oraz 3.2 pochodzą ze stron internetowych poszczególnych operatorów.

Rysunek 2 przedstawia długości poszczególnych typów linii i łączną długość wszystkich linii u poszczególnych operatorów.

Tabela 3.2. Długość linii napowietrznych i kablowych w km eksploatowanych przez rozpatrywanych OSD

Nazwa OSD	ENEA	ENERGA	TAURON	PGE	RWE STOEN
	napowietrzne				
	kablowe				
Linie NN i WN	4615 <i>16</i>	6384 <i>38</i>	10958 <i>94</i>	brak da- nych	394 <i>92</i>
Linie SN	33510 <i>11598</i>	55301 <i>12065</i>	40609 <i>21854</i>	brak da- nych	294 <i>6998</i>
Linie nN (bez przyłączy)	33330 <i>26983</i>	72561 <i>38058</i>	70474 <i>34479</i>	brak da- nych	1334 <i>5324</i>
Łącznie	110052	184407	178468	281290	14406



Rys. 2. Długości poszczególnych typów linii i łączna długość wszystkich linii u poszczególnych operatorów.

Zgodnie z danymi umieszczanymi na stronach internetowych operatorów [4, 5, 6, 7, 8] spółką dystrybucyjną z największą liczbą odbiorców był Tauron Dystrybucja S.A. Przedsiębiorstwo to obsługuje 5 334 408 klientów. Kolejnym w rankingu operatorem jest PGE Dystrybucja z liczbą 5 225 653 odbiorców. Trzecim pod względem liczby obsługiwanych klientów dystrybutorem energii elektrycznej jest Energa Operator S.A. z 3 036 404 klientów. Poznański Enea Operator S.A. jest dostawcą energii dla 2 460 758 odbiorców, natomiast stołeczna spółka RWE Stoen sp. z o.o. jest dostawcą energii dla 964 802 klientów.

Warto nadmienić, że w okresie od 2012 do 2014 roku każdy z kluczowych operatorów systemu dystrybucyjnego zanotował wzrost liczby odbiorców. Największą zwyżką może pochwalić się Energa Operator – przyrost o 4,1%.

4. WSKAŹNIKI CIĄGŁOŚCI DOSTAW ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Wszyscy operatorzy systemu dystrybucyjnego zobowiązani są do zamieszczenia na swojej stronie internetowej wartości wskaźników ciągłości dostaw energii elektrycznej w minionym roku kalendarzowym. W niniejszym artykule rozpatrywane są wskaźniki deklarowane przez pięciu największych, wymienionych wcześniej dystrybutorów.

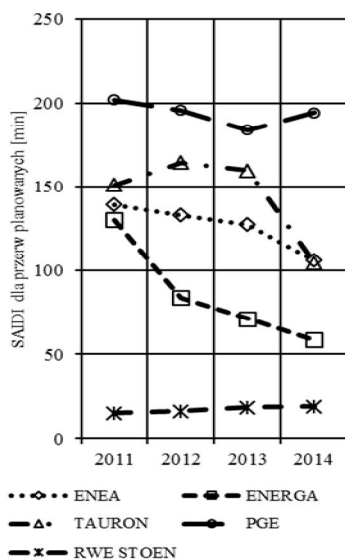
W tabeli 4.1. zestawiono wartości współczynników SAIDI oraz SAIFI dla przerw planowanych (czcionką prostą) i nieplanowanych (czcionką *pochyłą*) w pięciu spółkach dystrybucyjnych za okres od 2011 do 2014 roku.

Tabela 4.1. Współczynniki SAIDI oraz SAIFI dla przerw planowych i nieplanowych u największych polskich OSD

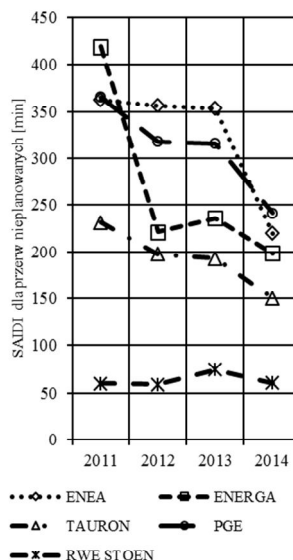
Operator	SAIDI [min./rok]				SAIFI [szt./odb]			
	planowane							
	nieplanowane							
	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
Enea	139,38	133,09	127,39	106,09	0,62	0,57	0,51	0,49
	<i>362,72</i>	<i>356,25</i>	<i>353,5</i>	<i>219,43</i>	<i>4,86</i>	<i>4,49</i>	<i>4,18</i>	<i>3,21</i>
Energa	130,4	83,7	71,1	58,4	0,59	0,43	0,42	0,39
	<i>418,7</i>	<i>221,1</i>	<i>235,7</i>	<i>198,3</i>	<i>4,84</i>	<i>3,39</i>	<i>2,92</i>	<i>3,14</i>
Tauron	151,12	164,63	159,69	104,73	0,8	0,88	0,76	0,62
	<i>231,45</i>	<i>197,51</i>	<i>192,9</i>	<i>150,18</i>	<i>3,85</i>	<i>3,07</i>	<i>2,98</i>	<i>2,74</i>
PGE	202,24	196,02	184,14	194,62	1,04	0,84	0,72	0,7
	<i>365,45</i>	<i>318,09</i>	<i>315,93</i>	<i>241,58</i>	<i>4,67</i>	<i>3,7</i>	<i>3,77</i>	<i>3,25</i>
RWE Stoen	14,97	16,04	18,3	19,05	0,1615	0,1494	0,1285	0,1588
	<i>60,12</i>	<i>58,92</i>	<i>74,6</i>	<i>60,78</i>	<i>1,3375</i>	<i>1,268</i>	<i>1,4681</i>	<i>1,2945</i>

Pod kątem współczynników SAIDI oraz SAIFI dla przerw planowanych i nieplanowanych na przestrzeni lat najbardziej niezawodnym operatorem jest RWE Stoen. Przyczyna takiego stanu rzeczy jest stosunkowo prosta – spółka operuje w zasadzie tylko na terenie Aglomeracji Warszawskiej, a sieć SN na tym terenie jest wykonana w zasadzie tylko z kabli – ich udział w całości sieci tego operatora to ponad 86%. Sieć kablowa, z uwagi na swoją specyfikę, nie jest narażona na działanie np. czynników atmosferycznych, co znacząco podnosi jej niezawodność.

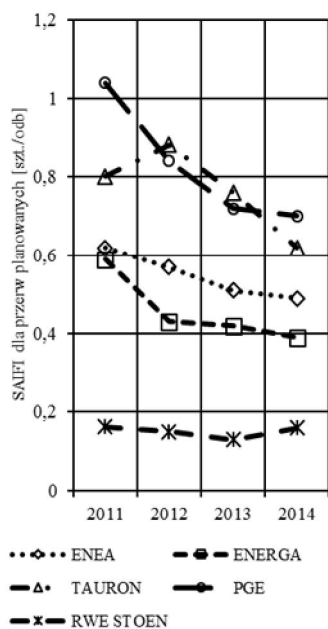
Rysunki 3-6 przedstawiają zmiany współczynników SAIDI oraz SAIFI dla przerw planowanych i nieplanowanych u poszczególnych operatorów w latach 2011-2014.



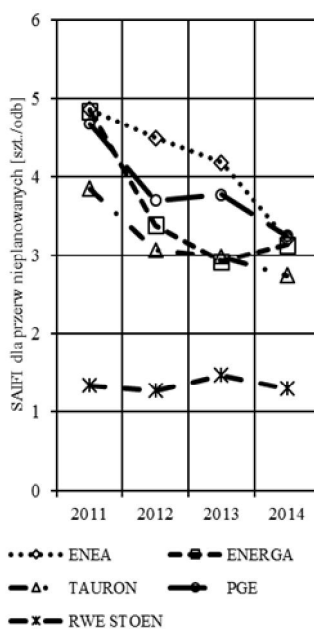
Rys. 3. SAIDI dla przerw planowanych



Rys. 4. SAIDI dla przerw nieplanowanych



Rys. 5. SAIFI dla przerw planowanych



Rys. 6. SAIFI dla przerw nieplanowanych

5. TECHNICZNE METODY REDUKCJI WSPÓLCZYNNIKÓW SAIDI ORAZ SAIFI

Techniczne metody redukcji współczynników opisujących ciągłość dostaw energii elektrycznej koncentrują się wokół inwestycji, które muszą być prowadzone w sieci.

Jedną z popularniejszych, a na pewno najbardziej efektywną, z metod jest procedura zastępowania ciągów liniowych napowietrznych ciągami kablowymi. Oczywiście nie zawsze taka konwersja jest możliwa i opłacalna, jednak rezultaty, które takie kablowanie sieci daje są nie do podważenia. Analizując wartości współczynników z rozdziału 4 dostrzega się, że w zasadzie w każdej ze statystyk przoduje spółka RWE Stoen. 86% linii eksploatowanych przez tego operatora to linie kablowe. Są one zupełnie niepodatne na awarie spowodowane zdarzeniami atmosferycznymi, co z kolei jest główną przyczyną przerw w dostawie energii elektrycznej.

Linie napowietrzne biegną często przez tereny leśne, przemysłowe lub wiejskie, gdzie dużym dla nich zagrożeniem jest rosnąca w tych miejscach roślinność (rys. 7). W przypadku dotknięcia gałęzi do przewodów linii napowietrznych w sieci pojawi się zwarcie doziemne a linia zostanie wyłączona. Jeśli, w wyniku silnego wiatru, fragment drzewa opadnie na linię to wystąpi zwarcie międzyfazowe lub przewody zostaną zerwane. Na wszystkie te zjawiska odporna jest linia kablowa, prowadzona ok. 1 m pod powierzchnią ziemi (rys. 8). W zasadzie jedynym zewnętrznym zagrożeniem dla tego typu linii są wszelkiego typu roboty ziemne. Jeśli są jednak prowadzone prawidłowo, to możliwość uszkodzenia kabla jest minimalna.



Rys. 7. Zaniedbana linia SN na terenie leśnym



Rys. 8. Linia kablowa SN w budowie

Pewną alternatywą dla linii kablowych są też izolowane linie napowietrzne. Tego typu konstrukcje są obecnie często stosowane i przejmują pewne cechy sieci kablowych. Nie są jednak w pełni odporne na zerwania (rys. 9).

Inną metodą techniczną, której zastosowanie ma wpływ na wartość współczynników SAIDI oraz SAIFI jest stosowanie wysokiej jakości osprzętu. Jeśli

nie ma możliwości budowy linii kablowej to należy budować linie napowietrzne z takim właśnie oprzyrządowaniem. Nowoczesny osprzęt kablowy umożliwia także niemal natychmiastowe załączenie linii po założeniu np. głowicy kablowej. W tanim i niskiej jakości osprzęcie trzeba czekać godziny na to, aby takie załączenie było możliwe.



Rys. 9. Linia napowietrzna z przewodami izolowanymi na słupie drewnianym [9]

Obecnie panujące trendy pokazują, że do zmniejszenia współczynników opisujących ciągłość dostaw energii elektrycznej przyczyniają się także instalowane w głębi sieci SN wyłączniki sterowane drogą radiową. Urządzenie takie wyposażone jest w kompletny zestaw zabezpieczeń i automatyk, pozwalając wyłączyć tylko ściśle określony, niewielki fragment sieci.

Ważnym elementem infrastruktury sieci SN mającym wpływ na rozpatrywane współczynniki są sygnalizatory przepływu prądu zwarciego. Te stosunkowo proste urządzenia wskazują stosunkowo dokładnie miejsce, w którym doszło do doziemienia lub zwarcia międzyfazowego. Mając taką informację, dyżurny może bardzo szybko wysłać zespół pogotowia energetycznego we właściwe miejsce linii i awaria może być bardzo szybko usunięta. Jeśli linia w takie sygnalizatory nie jest wyposażona to przegląd kilku lub kilkunastokilometrowej linii może zająć nawet kilka godzin.

Często stosowanym zabiegiem mającym na celu poprawę niezawodności sieci jest budowa nowych, alternatywnych połączeń liniowych między krytycznymi elementami sieci SN. W ten sposób sieć staje się o wiele bardziej elastyczna a dyżurny ma większe możliwości niestandardowego zasilania grupy odbiorców.

6. SAIDI I SAIFI W ŚRODOWISKU SYMULACYJNYM

W chwili obecnej obliczenia związane z wyznaczaniem współczynników odnoszących się do niezawodności sieci dystrybucyjnej mogą być prowadzone w środowiskach symulacyjnych tak komercyjnych jak i darmowych. W tabeli 6.1 zestawione zostały wybrane środowiska wraz z ich podstawowymi cechami.

Warto dodać, że istnieją na polskim rynku rozwiązania, które współpracują ściśle z systemami SCADA. Zaliczyć można do nich np. oprogramowanie Win-dEx AWAR, który posiada możliwość automatycznego wyliczania wskaźników SAIDI, SAIFI, MAIFI oraz dostarczania ich w postaci gotowej do publikacji w Internecie [10].

Symulacje w środowisku NEPLAN były prowadzone np. dla systemu chowackiego [10]. System ten jest dość specyficzny, ponieważ energia w głównej mierze pochodzi z elektrowni wodnych. System dystrybucyjny podzielony jest na 21 obszarów.

Autorzy [10] rozpatrują obszar Virovitica, na którym znajduje się 8 stacji 35/10 kV i więcej niż 50 rozdzielni 10 kV. Analizy prowadzone są jednak tylko dla 2 stacji i zasilanych z nich 13 rozdzielni.

Tabela 6.1. Oprogramowanie symulacyjne umożliwiające wyznaczenie SAIDI oraz SAIFI

L.p.	Nazwa	Uwagi
1.	ASPEN	Komercyjny. Moduł DistriView umożliwia wyznaczenie spadków napięcia, symulowanie zjawisk zwarciovych, koordynację zabezpieczeń, możliwość prowadzenia obliczeń niezawodnościowych i związanych z powstawaniem harmonicznych.
2.	DIgSILENT (PowerFactory)	Komercyjny. Bardzo szerokie możliwości, w tym rozptyły mocy, analiza zwarciova, stabilność systemu, obliczenia związane z niezawodnością itp.
3.	NEPLAN	Komercyjny. Oprogramowanie modułowe. Możliwość rozszerzania funkcjonalności (C/C++), ścisła integracja z MATLABem.
4.	Phase to Phase	Komercyjny. Oprogramowanie powstało w Holandii. Podstawowe funkcjonalności to wyznaczenie rozptyłów mocy, analiza zwarciova, niezawodność sieci, analiza zabezpieczeń i harmonicznych. Możliwa integracja z GIS.
5.	Siemens PTI	Komercyjny. Składa się z dwóch części: PSS-E oraz PSS-SINCAL. Bardzo rozbudowane możliwości, możliwość dodawania własnych funkcjonalności (skrypty Python), możliwość zastosowania także do sieci gazowej, wodnej oraz HVAC.
6.	GRIDLAB-D	Darmowy. Wielofunkcyjne oprogramowanie (elektryczność, ciepło, gaz, woda), oparte na specyficznym języku programowania. Bardzo szybkie przeprowadzanie obliczeń.
7.	OpenDSS	Darmowy. Symulator elektrycznego systemu dystrybucyjnego. W powiązaniu z MATLAB możliwe obliczenia związane z niezawodnością sieci.

Wartości współczynników SAIDI oraz SAIFI dla stacji oraz całego obszaru w stanie obecnym oraz przyszłych stanach symulowanych przedstawia tabela 6.2.

Tabela 6.2. Symulowane wartości współczynników SAIDI [min./rok] i SAIFI [szt./odb.] dla fragmentu systemu Chorwacji w stanie obecnym i przyszłym [10]

Obszar/rozdzielnia	Stan obecny		Nowe połączenia SN		Nowe reklozery	
	SAIDI	SAIFI	SAIDI	SAIFI	SAIDI	SAIFI
r. Slatina I	128,21	0,64	---	---	---	
r. Slatina II	432,66	2,27	365,09	2,27	304,11	2,27
obsz. Virovitica	271,33	1,41	261,91	1,41	253,54	1,41

W tabeli 6.2. przedstawiono współczynniki dla stanu obecnego oraz dwóch stanów przyszłych – po dodaniu trzech nowych połączeń SN między kluczowymi rozdzielniami na rozpatrywanym obszarze. Wyraźnemu obniżeniu uległa dzięki temu wartość współczynnika SAIDI. Podobny wpływ na niezawodność sieci ma dodanie nowych reklozerów i łączników zdalnie sterowanych. Zmniejszeniu ulega w tych przypadkach nie liczba a czas trwania pojedynczego zakłócenia. Przekłada się to na obniżenie SAIDI o kilka/kilkanaście minut w ciągu roku.

7. PODSUMOWANIE

Najwięksi Polscy operatorzy systemu dystrybucyjnego inwestują obecnie w swoją sieć miliony złotych. Celem tych działań jest między innymi poprawa wartości współczynników opisujących niezawodność sieci. Średnia wartość SAIDI (bez zdarzeń katastrofalnych) dla wszystkich Polskich dystrybutorów wnosila w 2012 roku 254 min./rok [11]. Porównywalne pod względem wielkości systemy elektroenergetyczne Hiszpanii czy Wielkiej Brytanii miały ten współczynnik pięciokrotnie niższy. Dysproporcja jest zatem znaczna. Warto jednakże zauważyć, że czołowe Polskie spółki obniżają SAIDI i SAIFI – np. Energa o ponad 50% w ciągu 4 lat (dot. SAIDI dla przerw nieplanowanych).

Najkorzystniejszym rozwiązaniem technicznym, którego rezultatem będzie obniżenie rozpatrywanych wielkości jest przebudowywanie linii napowietrznych na linie kablowe oraz instalowanie rozłączników zdalnie sterowanych oraz reklozerów w głębi sieci [12]. Bardzo pozytywny skutek (w postaci obniżenia SAIDI) daje także stosowanie sygnalizatorów przepływu prądu zwarciowego [13].

LITERATURA

- [1] Strona internetowa: <http://bip.ure.gov.pl/bip/rejestry-i-bazy/operatorzy-systemow-el/787,Operatorzy-systemow-elektroenergetycznych-dane-adresowe-i-obszary-dzialania.html3>, dostęp: 15.12.2015 r.
- [2] Strona internetowa: <http://enerad.pl/rynek-energii/dodatkowo/osd-dystrybutorzy>, dostęp: 15.12.2015 r.
- [3] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 roku w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz.U. nr 93, poz. 523 z późn. zm) wraz z nowelizacją rozporządzenia z dnia 21 sierpnia 2008 r. (Dz.U. nr 162, poz. 1005). (in Polish)
- [4] Strona internetowa: <http://www.operator.enea.pl>, dostęp: 16.12.2015 r.
- [5] Strona internetowa: <http://www.tauron-dystrybucja.pl>, dostęp: 16.12.2015 r.
- [6] Strona internetowa: <http://www.pgedystrybucja.pl>, dostęp: 16.12.2015 r.
- [7] Strona internetowa: <http://www.energa-operator.pl>, dostęp: 16.12.2015 r.
- [8] Strona internetowa: <http://www.rwestoenoperator.pl>, dostęp: 16.12.2015 r.
- [9] Strona internetowa: http://www.ensto.com/ru/newsroom/articles/101/1/excel_fxcel_axces, dostęp: 15.12.2015 r.
- [10] Pavić I., Holjevac K., Jurković K., Kuzle I.: „Distribution network reliability and asset management”, Internationam Conference on Condition Monitoring, Diagnosis and Maintenance CMDM 2015, Bucharest, Romania.
- [11] CEER Benchmarking Report 5.1 on the Continuity of Electricity Supply Data update. CEER. Brussels 2014.
- [12] Paska J.: Niezawodność krajowego systemu elektroenergetycznego i ciągłość zasilania odbiorców. Wiadomości Elektrotechniczne, nr 7/2015, wyd. SIGMA-NOT, Warszawa 2015 (in Polish).
- [13] Olejnik B.: "Działanie czujników przepływu prądu zwarciovego podczas zwarć doziemnych w sieci SN" [w:] Kwiatkiewicz P., Szczerbowski R. (red.): Bezpieczeństwo Energetyczne – Rynki surowców i energii. Energetyka w czasach politycznej niestabilności. Wyd. Fundacja na rzecz czystej energii, Poznań 2015 (in Polish).

TECHNICAL METHODS TO IMPROVE SAIDI AND SAIFI USED IN THE DISTRIBUTION NETWORK

The article concerns the recent topics related to methods of reducing coefficients that describe the continuity of electricity supply to customers. The most important of these are SAIDI and SAIFI factors, that defines time and frequency of long breaks. The article presents SAIDI and SAIFI in the years 2011 - 2014 and briefly describes ways in which the relevant short span coefficients have been reduced. The analysis is carried out for Enea Operator S.A., Tauron Dystrybucja S.A., PGE Dystrybucja S.A., Energa Operator SA and RWE Stoen Operator sp. z o.o. An important part of the article is to present the technical methods to improve the factors defining the continuity of electricity supply. These methods may include eg. MV network wiring, use insulated overhead wires or remotely controlled switches in the depths of the grid. Paper also presents simulation capabilities in specialized software, that show that show potential of considered methods

(Received: 29. 01. 2016, revised: 4. 03. 2016)