

## ZAŁĄCZNIK 13: Przykładowe regulacje jakości napięcia w wybranych krajach

Podane informacje należy traktować jedynie jako ogólne omówienie wybranych aspektów regulacji jakości zasilania w przykładowych krajach, aktualne w końcu 2012 roku. Ich źródłem były strony internetowe operatorów, publikacje i informacje uzyskane przez autora w bezpośrednich kontaktach z przedstawicielami energetyki zawodowej różnych krajów. Poprawność przedstawionych informacji jest więc silnie zależna od wiarygodności źródła.

### ARGENTYNA

W latach 90. ubiegłego wieku Argentyna wprowadziła system kar w celu redukcji liczby przerw w sieciach zasilających do poziomu międzynarodowo akceptowanego. Projekt miał dwa główne cele: zrekompensowanie odbiorcom poniesionych strat i danie operatorom energetycznym silnego impulsu do zwiększenia poziomu inwestycji sieciowych.

Satysfakcjonującą redukcję liczby przerw osiągnięto w okresie trzech lat, zwiększając w tym czasie stopniowo wymagania i poziom kar. W przypadku przekroczenia gwarantowanego poziomu pewności zasilania kary były płacone na rzecz odbiorcy w wysokości 1 \$/kW·h. Obecnie wynoszą one do 2,7 \$/kW·h.

W tym samym czasie rozpoczęto systematyczny monitoring przerw i innych wskaźników jakości - harmoniczne i wahania - na poziomie średniego napięcia. Dla tych zaburzeń Argentyna jest prawdopodobnie pierwszym krajem, który uruchomił silny system motywujący poprawę. Ich poziom są gwarantowane zgodnie z międzynarodowymi normami dla różnych rodzajów sieci i różnych kategorii odbiorców. Przez pierwsze dwa lata od stwierdzenia przekroczenia nie ma kar, to czas na poprawę warunków dostawy energii elektrycznej. Później wprowadzane są kary.

Kontrola poziomu odkształcenia i wahań napięcia jest oparta na pomiarze w PWP. Dostawca energii przeprowadza pomiary w wybranych stałych punktach sieci zasilającej za pomocą przyrządów spełniających wymagania IEC - w każdym miesiącu, przez min. tydzień. Dwa różne mierniki rejestrują poziom wahań i harmoniczne oraz mierzą dostarczoną energię z czasem uśredniania 10 min. Przekroczenie poziomów dopuszczalnych powoduje opłatę karną płaconą przez dostawcę na rzecz odbiorcy. Jej wysokość zależna jest od stopnia przekroczenia poziomu dopuszczalnego i wartości energii dostarczonej w warunkach złej jakości zasilania.

W przypadku przekroczenia dopuszczalnego poziomu wahań napięcia opłata karna ( $PCF_{\text{wahania}}$ ) jest wyznaczana na podstawie zależności:

$$PCF_{\text{wahania}} = \sum_{k \in \Omega_1} C_{\text{IN}} DPF_k^2 E_k + \sum_{k \in \Omega_2} C_{\text{IN}} E_k \quad (\text{Z13.1})$$

gdzie  $E_k$  jest energią dostarczoną w przedziale czasu o numerze porządkowym  $k$ , a  $DPF_k$  jest wahaniami napięcia poddanym karze:

$$DPF_k = \max \left[ 0, \frac{P_{\text{st},k} - P_{\text{st}}^*}{P_{\text{st}}^*} \right] \quad (\text{Z14.2})$$

$\Omega_1$  jest zbiorem przedziałów w których  $DPF_k \leq 1$ , a  $\Omega_2$  jest zbiorem przedziałów w których  $DPF_k > 1$ .  $P_{\text{st},k}$  jest wskaźnikiem krótkookresowego migotania światła zmierzonym podczas  $k$ . przedziału,  $P_{\text{st}}^*$  jest jego wartością dopuszczalną, która w Argentynie na wszystkich poziomach napięć wynosi 1.

ZAŁĄCZNIK 13: Przykładowe regulacje jakości napięcia w wybranych krajach

$DPF_k$  jest wyznaczone dla każdego przedziału podczas tygodniowego okresu pomiarów ( $k=1,2,\dots,1008$ ) i przyjmuje wartość różną od zera tylko, jeżeli przekroczony jest poziom dopuszczalny.

Jak wynika z zależności (Z13.1), z każdym  $k$ . przedziałem podczas którego występuje nadmierny poziom wahań napięcia będzie związana opłata karna w wysokości:

$$\begin{aligned} C_{IN} DPF_k^2 \text{ [US\$/kW}\cdot\text{h]} & \quad \text{gdy} \quad 0 < DPF_k < 1 \text{ i} \\ C_{IN} \text{ [US\$/kW}\cdot\text{h]} & \quad \text{gdy} \quad DPF_k \geq 1 \end{aligned}$$

W praktyce wartość  $C_{IN}$  jest przyjmowana na poziomie przerw w zasilaniu, co oznacza, że przedziały w których  $DPF_k \geq 1$  traktowane są jako nieakceptowane warunki zasilania.

W przypadku wyższych harmonicznych, dla których nastąpiło przekroczenie dopuszczalnych poziomów funkcja kary ( $PCF_{\text{harmoniczne}}$ ) przyjmuje postać:

$$PCF_{\text{harmoniczne}} = \sum_{k \in \Omega_3} C_{IN} DPH_k^2 E_k + \sum_{k \in \Omega_4} C_{IN} E_k \quad (\text{Z13.3})$$

gdzie  $DPH_k$  jest poziomem odkształcenia napięcia podlegającym karze:

$$DPH_k = \max \left[ 0, \frac{\text{THD}_k - \text{THD}^*}{\text{THD}^*} \right] + \frac{1}{3} \sum_{h=2}^{40} \max \left[ 0, \frac{U_{h,k} - U_h^*}{U_h^*} \right] \quad (\text{Z13.4})$$

$\Omega_3$  jest zbiorem przedziałów w których  $DPH_k \leq 1$ , a  $\Omega_4$  jest zbiorem przedziałów w których  $DPH_k > 1$ .

$\text{THD}_k$  jest wartością współczynnika odkształcenia zarejestrowaną w  $k$ . przedziale, a  $\text{THD}^*$  jego poziomem dopuszczalnym.

$U_{h,k}$  jest wartością harmonicznej napięcia  $h$ . rzędu zarejestrowaną w  $k$ . przedziale, a  $U_h^*$  jej poziomem dopuszczalnym.

$DPH_k$  jest wyznaczone dla każdego przedziału podczas tygodniowego okresu pomiarów ( $k=1,2,\dots,1008$ ) i przyjmuje wartość różną od zera tylko, jeżeli przekroczony jest poziom dopuszczalny.

Jak wynika z zależności (Z13.3), z każdym  $k$ . przedziałem podczas którego występuje nadmierne odkształcenie napięcia będzie związana opłata karna w wysokości:

$$\begin{aligned} C_{IN} DPH_k^2 \text{ [US\$/kW}\cdot\text{h]} & \quad \text{gdy} \quad 0 < DPH_k < 1 \text{ i} \\ C_{IN} \text{ [US\$/kW}\cdot\text{h]} & \quad \text{gdy} \quad DPH_k \geq 1 \end{aligned}$$

Wartość  $C_{IN}$  może być przyjmowana jak dla wahań napięcia.

Zgodnie z [Z13.20] analogiczną metodę zaproponowano także w odniesieniu do wolnych zmian napięcia. Przyjęto, że jeżeli wartość ta przekracza dopuszczalne poziomy przez czas dłuższy niż 3% czasu pomiaru, dostawca jest zobowiązany zapłacić karę ( $PCV_V$ ) zgodnie z następującą formułą:

$$PCV_V = \sum_{k \in \Omega_5} C_{\Delta U} E_k \quad (\text{Z13.5})$$

gdzie  $E_k$  jest energią dostarczaną podczas  $k$ . przedziału,  $\Omega_5$  jest zbiorem przedziałów w których:  $|\Delta U| = \left( |U - U_N| / U_N \right) 100\% > \Delta U_{\text{lim}}$ , gdzie  $U$  i  $U_N$  są odpowiednio zmierzonym i

### ZAŁĄCZNIK 13: Przykładowe regulacje jakości napięcia w wybranych krajach

znamionowym napięciem, a  $\Delta U_{\text{lim}}$  dopuszczalnym zakresem zmiany napięcia.  $C_{\Delta U}$  reprezentuje jednostkowy koszt energii, który może wzrastać wraz ze wzrostem wartości  $\Delta U$ . Kary określone zależnościami (Z13.1), (Z13.3) i (Z13.5) (wynikające z jednotygodniowego pomiaru) płacone są w sposób ciągły w każdym kolejnym tygodniu, do chwili, gdy pomiarowo zostanie wykazany brak przekroczenia dopuszczalnych poziomów.

Równocześnie dostawca kontroluje spełnienie przez odbiorcę przyznanego mu poziomu emisji z prawdopodobieństwem nie mniejszym niż 99% przez co najmniej tydzień. Możliwe są trzy scenariusze postępowania:

- o jeżeli dopuszczalny poziom emisji nie jest przekroczony, dostawca na warunkach umowy może zaoferować wzrost poziomu emisji
- o jeżeli dopuszczalny poziom emisji jest przekroczony odbiorca musi w określonym czasie (np. sześć miesięcy) zastosować odpowiednie sposoby jego redukcji
- o jeżeli dopuszczalny poziom emisji jest nadal przekroczony (ponad zadany czas poprawy) odbiorca płaci karę, której wysokość zależy od stopnia przekroczenia dopuszczalnego poziomu. Formuła określania kary jest analogiczna jak w przypadku dostawcy energii (zależności (Z13.1, Z13.3 i Z13.5)). Jeżeli po upływie określonego czasu, odbiorca nadal nie zredukuje swojej emisji, dostawca może wystąpić do urzędu regulacyjnego o zgodę na jego odłączenie.

#### Przykładowe wartości dopuszczalne:

*Napięcie:* CP95, 10 min. tydzień  
w sieciach napowietrznych nN i SN wartość napięcia powinna być zawarta w przedziale  $\pm 8\% U_N$  i  $\pm 5\%$  w sieciach kablowych;  $\pm 5\%$  w sieciach WN i  $\pm 10\%$  w sieciach wiejskich.

*Wahania napięcia:* Percentyl CP95 wskaźnika  $P_{\text{st}}$  w okresie tygodnia.

### **AUSTRALIA**

#### Przykładowe wartości dopuszczalne:

*Napięcie:* CP95, 10 min., tydzień  
Wartości dopuszczalne – różne dla różnych operatorów, np. Integraf Energy:  $+14,5$  i  $-16\% U_N$  w sieciach nN;  $\pm 10\%$  w sieciach SN; Energy Australia: 10 minutowe wartości skuteczne napięć fazowych w przedziale od 253-264 V (górna granica) i 226-216 V (dolna granica) dla sieci o napięciu znamionowym 240 V.

*Wahania napięcia:* Percentyl CP95 wskaźnika  $P_{\text{st}}$  w okresie tygodnia. Wartość dopuszczana zgodna z IEC 61000-3-7.

### **BELGIA**

Przed otwarciem rynku energii (pierwszy etap w 1999 r.) działania regulatora w zakresie jakości energii ograniczały się do wartości napięcia i raportowania ciągłości zasilania w sieciach SN. Po otwarciu rynku, wprowadzono nowe zasady obejmujące więcej aspektów jakości energii przyjmując normę EN 50 160 jako referencję.

W Belgii urząd administracji państwowej zajmujący się rozdziałem energii elektrycznej jest na poziomie regionalnym (Bruksela, Flandria i Walonia). Każdy z nich wprowadził w różnym

czasie liberalizację rynku, wspólny był natomiast termin całkowitej liberalizacji – 1 stycznia 2007 r. Także działania regulatora mogą się różnić. Generalnie: (a) operator musi honorować postanowienia normy EN 50160; (b) w przypadku skargi stosowana jest procedura opracowana przez lokalnego regulatora. Wpisana jest w nią większość postanowień normy EN 50160; (c) w przypadku nieuzasadnionej skargi na jakość zasilania skarżący pokrywa koszty, w przeciwnym przypadku czyni to operator; (d) ustalono wzorzec raportowania dla lokalnego regulatora. Regulator wymaga rocznego raportu dotyczącego: pewności zasilania w sieciach SN oraz informacji o sposobie załatwienia skarg. Większość operatorów wykonuje systematyczne pomiary w sieciach SN, a archiwizowanie danych dotyczących wskaźników jakości wprowadziło w swoje zadania operacyjne (od kilku lat dla zapadów).

We Flandrii obowiązuje procedura skargi ustalona przez lokalnego regulatora w której są przewidziane etapy. Jeżeli nie zostanie pomiędzy stronami osiągnięte porozumienie ostatnim etapem jest arbitraż oparty na dokumencie: *Power Quality Vorschriften voor netgebruikers aangesloten op hoogspanningsnetten, Juli 2003 – Synergid, BE*. Koszty są szacowane na podstawie poziomów planowanych określonych wspólnie z regulatorem, niekoniecznie równych podanym w [Z13.27]. Te poziomy są także podstawą określania lokalnych priorytetów inwestycyjnych, lecz ze względu na strukturę regulatora w Belgii nie oznaczają automatycznie decyzji inwestycyjnej. Pozostaje ona w gestii federalnego regulatora i jest podejmowana w oparciu o rachunek ekonomiczny. Tak samo jest w Walonii, gdzie dodatkowo procedura skargi jest droga, jeżeli zaangażuje regulatora jako arbitra. Dlatego skargi są załatwiane na bardzo wczesnym etapie, do czego wykorzystywane są przeprowadzane systematycznie pomiary.

## CHILE

Dopuszczalne liczby zapadów zostały określone w normie DS. 327/97 podobnie jak w Południowej Afryce, lecz dla inaczej zdefiniowanych „okien”.

## CHINY

### Przykładowe wartości dopuszczalne:

*Napięcie:* Maksymalna wartość z pomiarów 10-minutowych.  
Wartość dopuszczalna – w przedziale  $\pm 10\%$  wartości deklarowanej.

*Wahania napięcia:* Percentyl CP95 wskaźnika  $P_{st}$  (wartość dopuszczalna 1,0) i maksymalna wartość wskaźnika  $P_{it}$  w okresie tygodnia (wartość dopuszczalna 0,8).

## COLUMBIA

W [Z13.5] przedstawiono propozycje regulacji, której bezpośrednim celem jest nie kreowanie ekonomicznych bodźców poprawy warunków dostawy energii elektrycznej, lecz rozpoznanie optymalnego poziomu jakości dla warunków występujących w Columbii. Te ostatnie rozumiane są jako poziom minimalizujący koszty społeczne związane z jakością energii, stanowiące sumę kosztów ponoszonych po stronie dostawcy - na inwestycje w infrastrukturę sieci, eksploatację i remonty w celu poprawy jakości dostawy energii oraz kosztów powstających po stronie odbiorców jako konsekwencja złych warunków zasilania.

Kara  $PCF_j^i$ , którą dostawca jest zobowiązany ponieść na rzecz  $j$ -tego odbiorcy z tytułu przekroczenia przez  $i$ -te zaburzenie dopuszczalnego poziomu określona jest zależnością:

$$PCF_j^i = R_v w_i E_j \quad (Z13.6)$$

### ZAŁĄCZNIK 13: Przykładowe regulacje jakości napięcia w wybranych krajach

gdzie  $R_v$  jest równoważnikiem kosztowym przerwy w zasilaniu,  $w_i$  współczynnikiem wagi dla rozważanego zaburzenia, a  $E_j$  energią dostarczoną do  $j$ -tego odbiorcy podczas złych warunków zasilania.

Wartość współczynników  $w_i$  odzwierciedla koszt skutków jaki doświadcza odbiorca w następstwie różnych zaburzeń napięcia. Na podstawie badań przeprowadzonych wśród odbiorców przyłączonych do sieci rozdzielczych, wprowadzono wartości współczynników przedstawione w tabeli Z13.1.

Tabela Z13.1. Wartości wag stosowanych przy ocenie różnych zaburzeń napięcia [Z13.5]

ZABURZENIE	WSPÓŁCZYNNIK $w_i$
Przerwy w zasilaniu	1,0
Asymetria	0,1
Wahania napięcia	0,4
THD	0,3
Harmoniczne	0,2

Przyjmując jako bazę koszt przerwy w zasilaniu, iloczyn  $R_v w_i$  reprezentuje jednostkowy koszt [\$/kW·h]  $i$ -tego zaburzenia.

Jeżeli  $z$  oznacza liczbę odbiorców, którzy doświadczyli skutki  $i$ -tego zaburzenia, którego wartość przekroczyła poziom dopuszczalny, kara płacona przez dostawcę na rzecz wszystkich odbiorców wynosi:

$$P_{\Sigma}^i = \sum_{j=1}^z PCF_j^i = R_v w_i \sum_{j=1}^z E_j \quad (Z13.7)$$

Jeżeli  $n$  oznacza całkowitą liczbę odbiorców zasilanych z rozważanego punktu sieci zasilającej:

$$\sum_{j=1}^z E_j = UI_i \sum_{j=1}^n E_j \quad (Z13.8)$$

gdzie  $UI_i$  jest współczynnikiem udziału w całkowitej liczbie odbiorców tych, którzy doświadczyli skutków  $i$ -tego zaburzenia. Stąd na podstawie (Z13.8) całkowita kara płacona przez dostawcę określona jest związkiem:

$$P_{\Sigma}^i = UI_i R_v w_i \sum_{j=1}^n E_j \quad (Z13.9)$$

## FRANCJA

Jakość zasilania we Francji należy do najlepszych w Europie. Jest regulowana zarówno przez „prawne dekrety” o zasięgu ogólnokrajowym jak i poprzez kontrakty, które mogą być negocjowane pomiędzy odbiorcą i operatorem.

Regulacja jakości napięcia praktycznie nie istniała we Francji do lat 80. poprzedniego wieku. Przed przyjęciem nowego prawa energetycznego gwarancje jakościowe ograniczano do wolnych zmian napięcia w sieciach nN (od maja 1986).

Początek dały lata 80. i wprowadzenie kontraktu CARDE zawierającego jakościowe zobowiązania dla odbiorców w sieciach SN. Po powołaniu urzędu regulatora w 2000 roku kontrakt ten stał się oficjalnym standardem jakości zasilania. Wymagania zostały opracowane jako porozumienie pomiędzy użytkownikami sieci, producentami i operatorami, jeszcze przed powołaniem regulatora. Tak więc regulator go przyjął, nie opracowywał. Obecnie regulator

tylko proponuje modelowe kontrakty lecz nie ustala standardów jakościowych. Jeżeli odbiorca wymaga lepszej jakości napięcia niż powszechnie gwarantowana, zwraca się do dostawcy o tzw. kontraktowe poziomy jakości. Regulator musi otrzymać kopię każdego nowego kontraktu. Nawet jeżeli nie jest to formalnie mocna pozycja, w praktyce regulator ma znaczący wpływ na finalną postać kontraktu, jego uwagi są zwykle uwzględniane przez operatora.

Modelowe kontrakty na poziomie SN i WN obejmują: wahania napięcia, asymetrię, częstotliwość i jej zmiany oraz harmoniczne napięcia. Zawierają także postanowienie o możliwości ponoszenia przez odbiorcę dodatkowych opłat w zamian za szczególne wymagania dotyczące liczby zapadów w ciągu roku. Dotyczy to tylko zapadów o amplitudzie większej niż 30% i czasie trwania dłuższym niż 600 ms.

Na początku lat 90. rosnące stosowanie czułych odbiorników sprawiło, że odbiorcy zaczęli domagać się coraz lepszej jakości energii. W odpowiedzi EdF opracował pewną liczbę kontraktów „jakościowych” i serwisowych dla dużych i średnich odbiorców. W 1994 roku zaczęto stosować eksperymentalnie tzw. Kontrakt Emeraude [Z13.11] dla grupy 6 000 odbiorców. Został opracowany wspólnie przez EdF i przedstawicieli odbiorców. Podstawą tego kontraktu są płatności zwrotne na rzecz odbiorcy jeżeli dostawca przekroczy uzgodnione wartości graniczne. EdF gwarantuje minimalny poziom jakości, a odbiorcy nie mogą przekroczyć maksymalnego poziomu emisji. Jeżeli odbiorca przekroczy ten poziom, może być zmuszony do rozwiązania problemu, szczególnie jeżeli wpływa to na jakość zasilania innych odbiorców. Kontrakt Emeraude zawiera trzy podstawowe części.

*Podstawowy kontrakt z standardowymi wartościami dopuszczalnymi.* Jest stosowany przez EdF w odniesieniu do większości odbiorców SN. Określa dopuszczalne poziomy dla dostawcy i odbiorcy w normalnych warunkach zasilania. Lokalna wartość progowa określająca liczbę przerw podawana jest każdego roku i zależy od gęstości populacji w czterech obszarach Francji. Jeżeli EdF przekroczy te wartości odbiorca może domagać się rekompensaty za udowodnione uszkodzenia i poniesione straty.

W każdym roku dostawca jest zobowiązany przedstawić raport na temat jakości napięcia w oparciu o przeprowadzane *on-line* pomiary. Odbiorca musi posiadać system monitorowania jakości energii (własny lub będący własnością operatora). Kontrakty spowodowały, że istnieje relatywnie duża liczba rejestratorów u indywidualnych odbiorców na poziomie SN, WN i NN (kilkanaście procent).

W 2003 na poziomie SN kontrakty na ciągłość zasilania (maksymalną liczbę nieplanowanych przerw w ciągu roku) miało około 1000 odbiorców (na 100 000), ale tylko 92 odbiorców miało kontrakt na jakość napięcia - zapady lub inne wskaźniki jakości. Dodatkowo takie kontrakty miało 12% odbiorców w systemie przesyłowym (dane dla roku 2003 wg. [Z13.3]).

*Podstawowy kontrakt z wartościami wskaźników jakości negocjowanymi z odbiorcą.* Ta umowa jest proponowana odbiorcom posiadającym czułe odbiorniki. Kontrakt daje bardziej wszechstronne gwarancje, wprowadzając graniczne wartości dla liczby krótkich przerw w zasilaniu i zapadów napięcia zgodnie z wymaganiami odbiorcy. Umowa może być zawarta na czas dłuższy niż jeden rok i kosztuje około 1 000 EUR rocznie, jeżeli obejmuje zapady napięcia i około 500 EUR jeżeli zapady nie są objęte umową.

*Dodatkowy kontrakt (fran. Réseau plus).* Kontrakt dedykowany dla odbiorców z bardzo czułymi urządzeniami wymagających zasilania szczególnie dobrej jakości. W ramach kontraktu EdF przeprowadza badania w celu zwiększenia odporności instalacji odbiorcy i określenia niezbędnych inwestycji po stronie dostawcy. Koszty badań są pokrywane przez EdF i odbiorcę w proporcji zależnej od potrzeb odbiorcy, charakterystyki sieci i liczby

### ZAŁĄCZNIK 13: Przykładowe regulacje jakości napięcia w wybranych krajach

zaburzeń generowanych przez odbiorcę i EdF. Odbiorca akceptuje kosztorys, na wykonanie niezbędnych prac w sieci w celu spełnienia wymagań.

Dodatkowo do kontraktu Emeraude EdF oferuje wiele innych usług z dziedziny jakości energii dla dużych i średnich odbiorców tj. *Usługa Fiabelec*<sup>Z13.1</sup>, *Prevenance*<sup>Z13.2</sup>, *Echo Roseau*<sup>Z13.3</sup> itp.

W warunkach francuskich jednym z podstawowych celów dostawcy było umieszczenie w kontrakcie postanowienia zobowiązującego odbiorcę do podjęcia wszelkich działań zmierzających do poprawy stanu technicznego jego instalacji. Była to również okazja do współdziałania z odbiorcą w celu ustalenia pożądanych poziomów jego emisji. Francuzi poprzez wprowadzenie kontraktu „jakościowego” chcieli poprawić relację pomiędzy energetyką zawodową i odbiorcami, która w chwili tworzenia kontraktu nie była najlepsza. Istotnym był także fakt, że jakość zasilania definiowano w porozumieniu z odbiorcami, nie narzucano im standardów.

Po przyjęciu nowego prawa energetycznego (lipiec 2005) wprowadzającego regulowaną jakość zasilania, przygotowywano nowy dekret, który określił poziomy jakości niezależnie od kontraktów.

Poziomy jakości mogą być modyfikowane w zależności od obszaru geograficznego (np. od gęstości zamieszkania). Nie podjęto decyzji co do norm technicznych, lecz powinny być one możliwie bliskie postanowieniom EN 50160<sup>Z13.4</sup>.

W przypadku złej jakości zasilania sporządzany jest przez właściciela sieci raport i po weryfikacji skargi następuje płatność na rzecz odbiorcy. Dotyczy to jednakże tylko ciągłości zasilania.

#### Przykładowe wartości dopuszczalne:

*Napięcie:* indeksy punktowe – na poziomie SN zmiany napięcia powinny być zawarte w przedziale  $\pm 5\%$  wokół wartości kontraktowej przez 100% czasu. Wartość kontraktowa napięcia powinna być w przedziale  $\pm 5\%$  wartości znamionowej.

#### Warunki techniczne przyłączenia dotyczące wahań napięcia:

Zgodnie z [Z13.11] dostawca jest zobowiązany utrzymać wartość wskaźnika  $P_{lt}$  poniżej jeden. Wartości indywidualnych emisji są określane przy założeniu minimalnych (referencyjnych) wartości mocy zwarciovych w punkcie przyłączenia: 40 MV·A dla sieci 1-50 kV, 400 MV·A dla sieci 63 kV i 90 k, 1500 MV·A dla sieci 225 kV. Jeżeli w praktyce moc zwarciova w miejscu przyłączenia odbiorcy jest mniejsza, dopuszczalny poziom jego emisji powinien być pomnożony przez wartość ilorazu referencyjnej i rzeczywistej mocy zwarciovej.

Z13.1 Proponowana odbiorcom którzy chcą zwiększyć odporność swoich instalacji. Koszt usługi zależy od złożoności rozwiązywanego problemu, wymagań odbiorcy i charakterystyk sieci. Obejmuje ona między innymi: (a) analizy techniczne i ekonomiczne różnych rozwiązań poprawiających warunki zasilania; (b) diagnozę dotyczącą instalacji odbiorcy; (c) dostawę urządzeń do poprawy jakości; (d) badania odbiorcze sprzętu po poprawie; (e) gwarancje na sprzęt, w tym także jego wymianę w przypadku awarii.

Z13.2 Uzgodnianie z odbiorcą najbardziej odpowiednich dla niego terminów przeprowadzenia konserwacji i remontów w sieci (bezpłatna).

Z13.3 Informacja o warunkach dostawy energii dla odbiorców planujących nowe inwestycje (bezpłatna).

Z13.4 Przykładowo w zakresie wartości napięcia postanowienia są bardziej wymagające niż w normie EN 50160. Wartości graniczne obowiązują przez 100% czasu pomiaru.

### ZAŁĄCZNIK 13: Przykładowe regulacje jakości napięcia w wybranych krajach

Odbiorca może uzyskać zgodę na przyłączenie, jeżeli parametry charakteryzujące zmiany napięcia tzn. częstotliwość i amplituda zmian wytwarzanych przez odbiorcę w PWP nie przekracza wartości dopuszczalnych definiowanych na rysunku 4.14.

Amplituda pojedynczej zmiany napięcia nie powinna przekroczyć 5% napięcia deklarowanego.

W części technicznej kontraktu podane są: klasa napięcia, napięcie deklarowane, moc przyłączeniowa oraz moc graniczna. Moc przyłączeniowa to określona przez odbiorcę maksymalna przewidywana moc, wymagana przez niego w PWP, w ciągu sześciu lat licząc od daty zawarcia umowy. Moc przyłączeniowa nie powinna przekroczyć mocy granicznej określonej dla danej klasy napięcia (Tabela Z13.2).

Tabela Z13.2. Poziomy napięć i graniczne moce

KLASA NAPIĘCIA	PRZEDZIAŁ NAPIĘCIA [kV]	MOC GRANICZNA [MVA]	
SN	$1,0 < U \leq 50$	40	100/d
WN	$50 < U \leq 130$	100	1000/d
NN	$130 < U \leq 350$	400	10000/d

*d* jest odległością (w km sieci) pomiędzy PWP i najbliższą stacją transformatorową z której odbiorca powinien być zasilony wyższym napięciem

## HISZPANIA

Gwarancje jakości dostawy energii dotyczą ciągłości zasilania (wartość progowa przerwy 10% oraz czas dłuższy niż 3 min, cztery dopuszczalne łączne czasy przerw zależne od liczby mieszkańców), jakości napięcia (wg normy EN 50 160) oraz jakości handlowej. W zamierzeniu 10% szyn w sieciach SN każdej prowincji powinno podlegać monitorowaniu (na koszt operatora). Funkcjonuje także forma kontraktu, lecz nie jest ona powszechna. W przypadku niedotrzymania wymagań odnośnie zmian napięcia operator musi podjąć działania naprawcze w zadanym czasie (sześć miesięcy w przypadku niedotrzymania wartości napięcia).

### Przykładowe wartości dopuszczalne:

*Napięcie:* indeks systemowy - dla każdego punktu pomiarowego określana jest liczba próbek 10-minutowych, które przekroczyły wartości dopuszczalne, a następnie na tej podstawie wyznaczana jest ważona wartość średnia z wszystkich punktów pomiarowych dla danego systemu. Podstawą ważenia jest wartość mocy odbiorników przyłączonych do rozdzielni skojarzonej z danym punktem pomiarowym.

poziomy dopuszczalne – 95% wartości 10-minutowych w okresie tygodnia powinno być zawartych pomiędzy (93-107) % wartości kontraktowej ( $\pm 7\%$ ). Zgodnie z [Z13.30] spełnienie tego warunku nie jest w praktyce kontrolowane, nie ma także określonej procedury kontroli. Z drugiej strony operator ma prawo kontrolować poziom zaburzeń emitowanych przez odbiorców, który musi być zgodny z przyjętymi wartościami granicznymi. Regulator może podjąć decyzję o odłączeniu odbiorcy jeżeli nie spełnia on wymagań emisyjnych.

*Zapady napięcia:* Wyróżniono dwie kategorie zapadów napięcia [Z13.30]:

- o średnie (< 1 s, napięcie resztkowe > 40 %). Dla tej kategorii zaburzeń stosowana jest tzw. zastępcza liczba średnich zapadów napięcia (ang. *equivalent number of minor voltage dips*):



$$\text{NHEP} = \frac{\sum_i P_{a,i}}{P_t}$$

- o silne ( $> 1$  s, napięcie resztkowe  $> 40\%$ ). Dla tej kategorii zaburzeń stosowana jest tzw. zastępcza liczba silnych zapadów napięcia (ang. *equivalent number of severe voltage dips*):

$$\text{NHEG} = \frac{\sum_i P_{a,i}}{P_t}$$

gdzie:  $P_a$  – moc zainstalowana odbiorników zasilanych z szyn „i” rozdzielni SN, które doświadczyły zaburzenia;  
 $P_t$  – całkowita mocy zainstalowana na poziomie SN.

## HOLANDIA

Regulator opracował poradnik techniczny [Z13.23] opisujący procedury dotyczące jakości zasilania, które powinien stosować operator. Procedury te odwołują się do normy EN 50160 jako referencji oraz do impedancji referencyjnej CENELEC [Z13.26] jako podstawowego parametru przy ocenie poziomów wybranych zaburzeń. Dotyczy to przykładowo wahań napięcia podlegających ocenie z uwzględnieniem impedancji zastępczej sieci zasilającej. Jeżeli jest ona zbyt duża (większa niż impedancja referencyjna) i w konsekwencji także poziom wahań jest zbyt duży za ten stan odpowiedzialność ponosi operator i on podejmuje działania w celu poprawy stanu. Ten mechanizm stosowany przez większość operatorów jest schematycznie przedstawiony na rysunku Z13.1.

W Holandii od 1996 r. operatorzy mierzą przez jeden tydzień wskaźniki jakości w 150 punktach (50 WN, 50 SN i 50 nN). W każdym roku punkty te są wybierane w sposób losowy, niezależny od poprzednich przypadków i skarg. Urządzenia pomiarowe są własnością stowarzyszenia operatorów (*Federation of Energy: EnergieNed*). Ponieważ ten system nie umożliwia monitorowania zapadów napięcia w zalecany czasie jednego roku, operatorzy uruchomili w 2005 roku ciągłe pomiary zapadów w 20 stacjach NN i 20 stacjach WN.

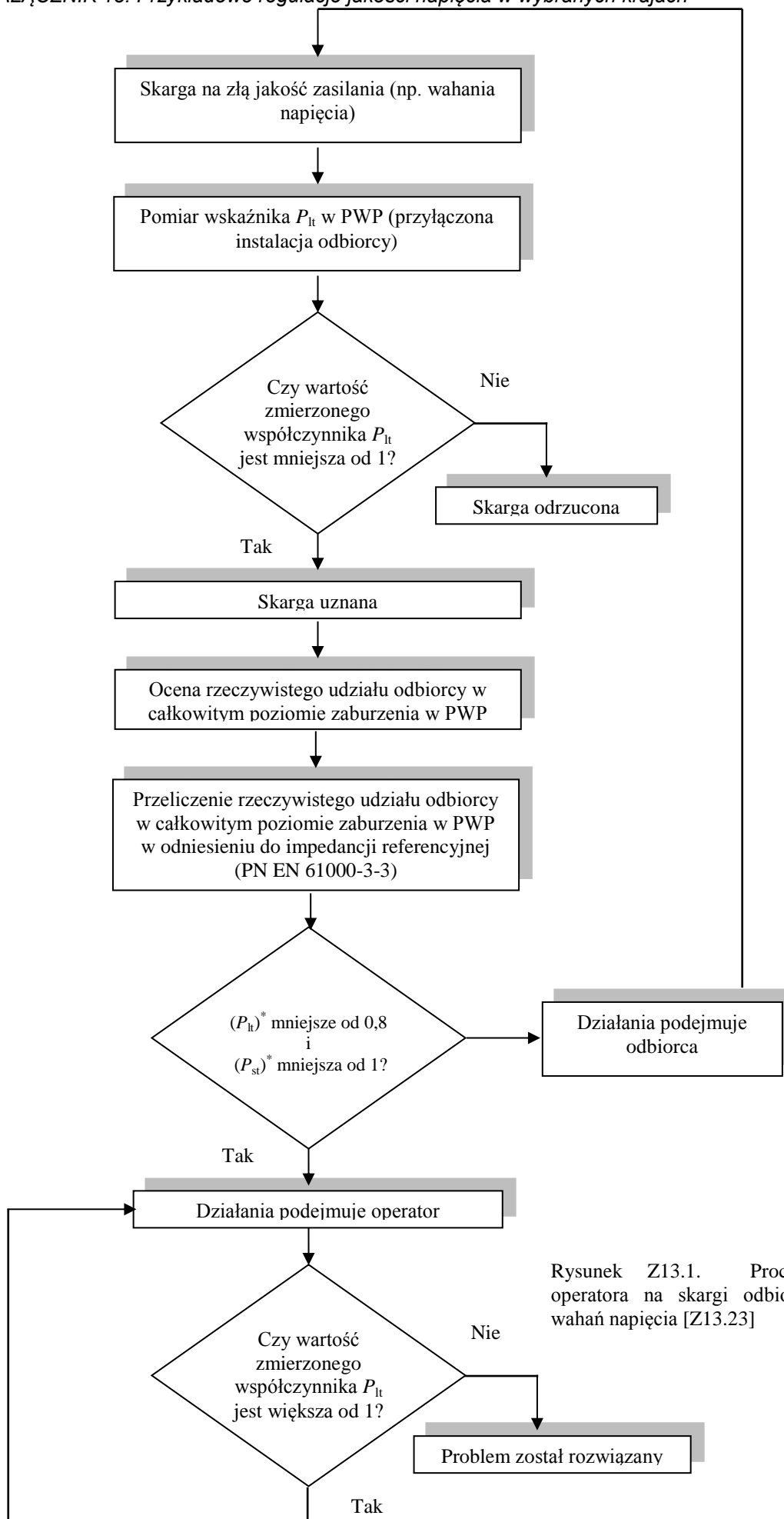
Holenderscy operatorzy wprowadzają klasyfikację poziomów gwarantowanej jakości energii, której ideę przedstawiono na rysunku Z13.2. Klasa zasilania A oznacza wysoki, a F niski poziom jakości. Ma to ułatwić operatorom rozmowy z odbiorcami, którzy w ogromnej większości przypadków nie mają przygotowania technicznego – klasyfikacja jakości powinna być więc prosta i zrozumiała. Przypomina ona klasyfikację energooszczędnego sprzętu domowego.

Dla każdego zaburzenia oblicza się znormalizowany poziom jakości na podstawie zależności:

$$r_{(v,q)} = 1 - \frac{m_{(v,q,p)}}{l_{(q)}} \quad (\text{Z13.9})$$

gdzie:  $r_{(v,q,p)}$  - znormalizowany poziom zaburzenia  $q$ , w punkcie  $v$ , dla fazy  $p$   
 $m_{(v,q,p)}$  - istniejący poziom zaburzenia  $q$ , w punkcie  $v$ , dla fazy  $p$   
 $l_{(q)}$  - poziom kompatybilności zaburzenia  $q$ .

ZAŁĄCZNIK 13: Przykładowe regulacje jakości napięcia w wybranych krajach



Rysunek Z13.1. Procedura reakcji operatora na skargi odbiorcy dotyczące wahań napięcia [Z13.23]

### ZAŁĄCZNIK 13: Przykładowe regulacje jakości napięcia w wybranych krajach

Wartość napięcia	Zapady napięcia	Wahania napięcia
1,00	A	bardzo wysoka jakość
0,66		
0,33	B	wysoka jakość
0,0	C	normalny poziom jakości
-0,33	D	niska jakość
-0,66	E	bardzo niska jakość
-1,00	F	szczególnie niska jakość

Rysunek Z13.2. Klasyfikacja charakterystyk jakości energii (Holandia)

W przypadku braku zaburzenia wartość znormalizowana wynosi 1 ( $m = 0$ ). Jeżeli poziom zaburzenia jest równy wartości dopuszczalnej, wartość znormalizowana wynosi zero. Jeżeli poziom zaburzenia przekracza wartość dopuszczalną, indeks znormalizowany będzie ujemny. Zakres od stanu „brak zaburzenia” do stanu „podwójna wartość dopuszczalna” został podzielony na sześć obszarów: od bardzo dobrej jakości (kategoria A) do ekstremalnie złej jakości (kategoria F)<sup>Z13.5</sup>.

Wadą tego sposobu opisu jest brak informacji o rzeczywistym poziomie np. wahań napięcia. Dla tego zaburzenia w punkcie przyłączenia wartości wskaźników nie powinny przekroczyć  $P_{st} \leq 1,0$   $P_{lt} \leq 0,8$ .

W przypadku odkształcenia napięcia proponowana klasyfikacja jest stosowana oddzielnie dla każdej harmonicznej i dla współczynnika THD. Dla oceny klasy harmonicznej, można przyjąć najgorsze zaszeregowanie z pośród wszystkich harmonicznych i THD. Dla harmonicznych obowiązują takie same regulacje jak w EN 50160, lecz dodano jeden warunek:  $THD \leq 12\%$  przez 99,9%.

### IRAN

Operatorzy systemów rozdzielczych są odpowiedzialni za dostawę energii elektrycznej o odpowiednim poziomie jakości określonym warunkiem nie przekroczenia poziomów dopuszczalnych przez 95% czasu pomiaru dla poszczególnych zaburzeń. Jeżeli ten warunek nie jest spełniony dostawca energii jest karany odpowiednią opłatą kompensacyjną na rzecz odbiorcy. Funkcja kary zaproponowana w Iranie dla odbiorców przemysłowych i komercyjnych określona jest zależnością [Z13.16]:

$$PCF = K_1 ESC + k_2 IDC + K_3 LPV + K_4 EWC + K_5 HWC + K_6 HD \quad (Z13.10)$$

gdzie: *ESC* - koszt dodatkowej zmiany  
*IDC* - koszt uszkodzonych urządzeń i sprzętu  
*LPV* - koszt utraconej produkcji  
*EWC* - koszt dodatkowej pracy  
*HWC* - koszt przestoju w pracy  
*HD* - koszt społeczny

Kara zależy od rodzaju odbiorcy, co odzwierciedlają współczynniki wagi  $K_i$ . W Tabeli Z13.3 przedstawiono ich wartości (0 lub 1) dla wyróżnionych grup odbiorców, a w Tabeli Z13.4

<sup>Z13.5</sup> Teoretycznie dolna granica kategorii F może być mniejsza niż (-1).

### ZAŁĄCZNIK 13: Przykładowe regulacje jakości napięcia w wybranych krajach

zasady klasyfikacji odbiorców do poszczególnych grup przyjmując za kryterium rodzaj realizowanego procesu technologicznego.

#### KANADA

Przykładowe wartości dopuszczalne:

*Napięcie:* CP95, 10 min., tydzień  
Wartości dopuszczalne są różne dla sieci nN i SN (Hydro-Quebec).  
W sieciach nN w normalnych warunkach pracy systemu (z wyłączeniem przerw) wartości 10-minutowe powinny być przez 95% tygodnia zawarte w przedziale od -11,7% do +5,8% wartości znamionowej, a przez 99,9% tygodnia muszą być w przedziale od -15% do +10% wartości znamionowej.

Tabela Z13.3. Współczynniki wagi dla wyróżnionych grup odbiorców [Z13.16]

GRUPA ODBIORCÓW	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$	$K_6$
A	0 lub 1	1	1	0 lub 1	1	1
B	0	1	0	1	1	0
C	0	1	1	1	1	0
D	1	1	1	1	1	0

Tabela Z13.4. Kategoryzacja odbiorców [Z13.16]

CHARAKTER PRZEMYSŁU	RODZAJ REALIZOWANEGO PROCESU	GRUPA ODBIORCÓW
Procesy ciągle	przemysł papierniczy, włókienniczy i tekstylny produkcja wyrobów plastikowych i gumowych	D
Precyzyjna obróbka maszynowa	przemysł motoryzacyjny kuźnie	D
Produkty zaawansowanych technologii i badania	produkcja elementów półprzewodnikowych duże centra badawcze cząstek elementarnych	B
Technologia informatyczna	centra przetwarzania danych banki telekomunikacja stacje nadawcze	C
Bezpieczeństwo i ochrona	procesy o wysokim poziomie ryzyka procesy chemiczne szpitale i jednostki służby zdrowia obiekty wojskowe	A

W sieciach SN 10-minutowe wartości skuteczne powinny być przez 95% tygodnia zawarte w przedziale  $\pm 6\%$  napięcia znamionowego, a przez 99,9% w przedziale  $\pm 10\%$  napięcia znamionowego.

*Szybka zmiana napięcia:* Zgodnie z rekomendacjami Hydro-Quebec z Kanady w normalnych warunkach pracy, szybka zmiana napięcia w sieciach nN i SN nie powinna przekroczyć 8% napięcia znamionowego. W szczególnych warunkach może osiągnąć wartość 10%.

## NIEMCY

W 2005 roku nastąpiła zmiana uregulowań zgodnie z wymogami UE. W niemieckim prawie energetycznym została wprowadzona koncepcja nadzoru jakości zasilania – w szczególności w zakresie aspektów technicznych. Istnieje możliwość skutecznego oddziaływania na wymagania jakościowe w ramach schematów bodźcowych. Trwają prace, prowadzone także przez regulatora, nad rozwiązaniami szczegółowymi<sup>Z13.6</sup>. VDEW<sup>Z13.7</sup> i VDN<sup>Z13.8</sup> opracowały wspólnie z operatorami sieciowymi z Szwajcarii, Austrii i Czech dokument dotyczący jakości zasilania i procedur jej poprawy [Z13.29].

Istotnym problemem w Niemczech jest to, że prawie 650 operatorów systemowych stosuje swoje własne nie zharmonizowane miary liczbowe wskaźników jakości. Każdy operator ma także swoją własną procedurę utrzymywania jakości w określonych granicach (opartą w większości przypadków na normie EN 50 160).

Podobnie jak w Holandii może być stosowana (nie jest to obligatoryjne) koncepcja impedancji referencyjnej CENELEC do testowania indywidualnej emisji urządzeń oraz w celu rozstrzygnięcia odpowiedzialności za złą jakość zasilania.

Kontrakty są opcjonalne. Kary za niedotrzymanie standardów jakościowych są negocjowane indywidualnie w ramach umowy pomiędzy dostawcą i odbiorcą.

## NORWEGIA

Na rysunku Z13.3 przedstawiono etapy wprowadzania regulacji jakości zasilania w Norwegii. Regulacje norweskie zawierają zarówno mechanizmy bodźcowe jak i ogólnokrajowy standard jakości obowiązujący od 1 stycznia 2005 [[www.nve.no](http://www.nve.no)].

System monitorowania został wprowadzony wiele lat temu, obligatoryjnie od 2006 r. Każdy operator (nawet najmniejszy) jest zobowiązany do monitorowania wskaźników jakości w sposób ciągły w wyróżnionych charakterystycznych punktach systemu, na wszystkich poziomach napięcia. Muszą być monitorowane co najmniej następujące zaburzenia: długie (dłuższe niż 3 min.) i krótkie (1s-3 min.) przerwy, zapady, przejściowe przebiegi i szybkie zmiany napięcia (powyżej 3%). Jeżeli odbiorca ma problemy ze względu na inne zaburzenia (harmoniczne, asymetria, zmiany napięcia czy wahania) ich wskaźniki powinny być także monitorowane.

Regulacja norweska obejmuje: (a) częstotliwość; (b) szybkie zmiany; (c) wahania; (d) asymetrię oraz (e) harmoniczne napięcia.

Przykładowo zachowano dopuszczalny poziom odkształcenia w sieciach nN i SN - 8% dla wartości uśrednianych w czasie 10 min. oraz 5% jako graniczna wartość średnia w ciągu tygodnia. Zarówno dla indywidualnych wartości harmonicznych jak i dla współczynnika THD zrezygnowano z percentyla CP95 na rzecz 100% czasu pomiaru. W zakresie indywidualnych harmonicznych zmiany – względem normy EN 50160 - dotyczą także pozostałych poziomów napięcia.

Wprowadzono:

- uśrednianie 1-minutowego przy pomiarze napięcia. Przedział  $\pm 10\%U_N$  obowiązuje w całym okresie pomiaru w sieciach nN.
- ograniczono szybkie zmiany napięcia w przedziale  $\pm 10\%U_N$ . Powodem wprowadzenia tej regulacji była chęć redukcji wahań powodowanych tym zaburzeniem, które nie występują na tyle często, aby wywołać mierzalny efekt migotania światła.

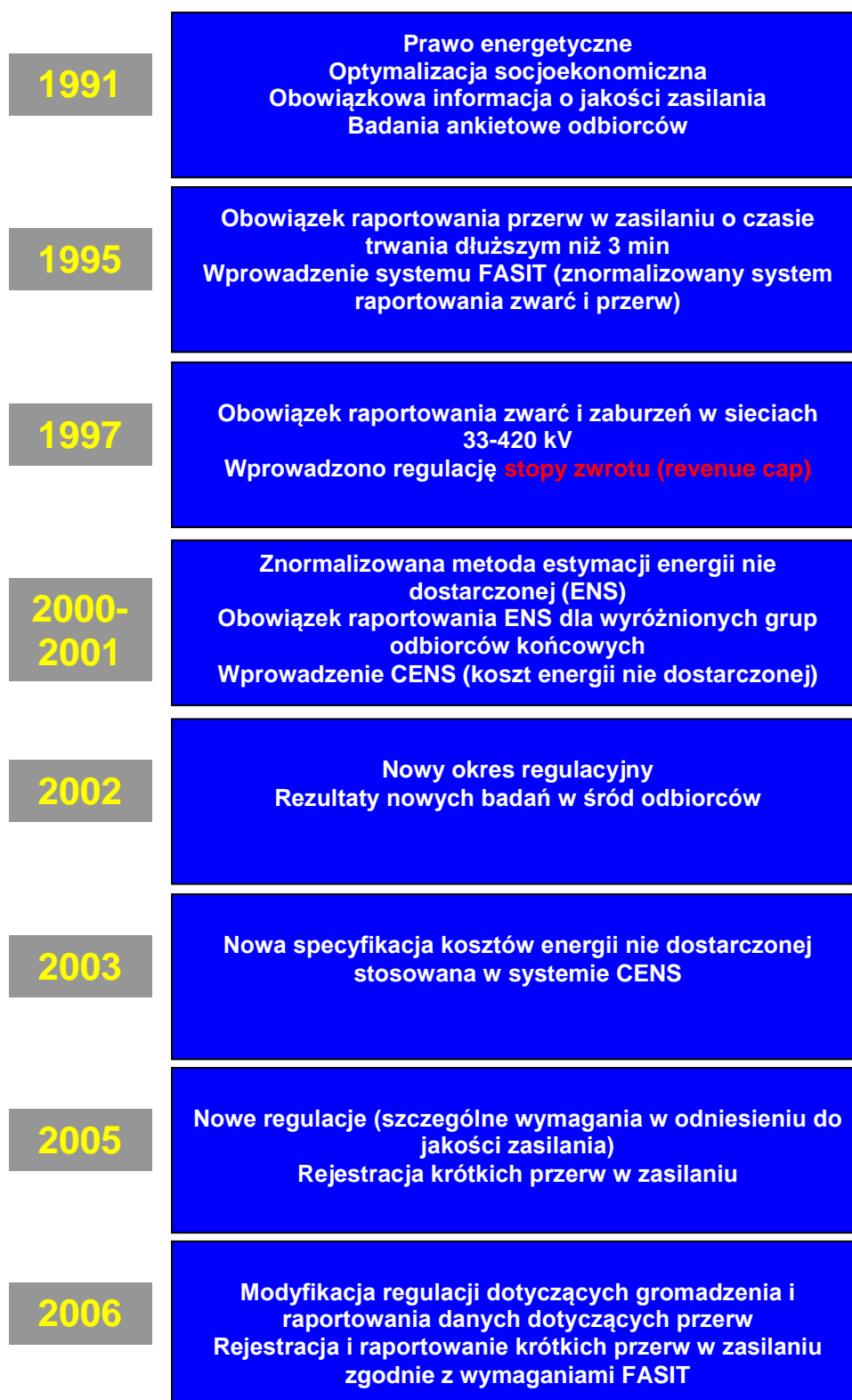
<sup>Z14.6</sup> Brak stosownej jakości zasilania może być przyczyną redukcji opłaty przesyłowej.

<sup>Z14.7</sup> Association of German Electricity Industry: [www.vdew.de](http://www.vdew.de).

<sup>Z14.8</sup> Association of German Grid Operators: [www.vdn.de](http://www.vdn.de).

ZAŁĄCZNIK 13: Przykładowe regulacje jakości napięcia w wybranych krajach

- o nie wprowadzono wartości granicznych odnośnie krótkich i długich przerw, zapadów i wzrostów napięcia, przepięć, interharmonicznych oraz sygnałów sterowania nałożonych na przebieg czasowy napięcia.



Rysunek Z13.3. Harmonogram regulacji jakości zasilania w Norwegii

### ZAŁĄCZNIK 13: Przykładowe regulacje jakości napięcia w wybranych krajach

- Niekiedy trudno wskazać, w przypadku problemów „jakościowych”, jednego sprawcę. Dlatego w norweskiej regulacji odpowiedzialność za złą jakość zasilania jest podzielona pomiędzy operatora sieci i zaburzającego odbiorcę. Po miesiącu od złożenia skargi operator jest zobowiązany pisemnie poinformować odbiorcę o postępach w działaniu (w szczególnych uzasadnionych trudnościach przypadkach czas ten może być wydłużony). W ciągu czterech miesięcy musi rozstrzygnąć, kto ponosi odpowiedzialność oraz powiadomić sprawcę.
- Na życzenia każdego obecnego lub przyszłego odbiorcy operator musi w ciągu miesiąca dostarczyć informacje o jakości zasilania (bez dodatkowych opłat). W zakresie jakości napięcia są to informacje o krótkich przerwach, zapadach i przepięciach. W przypadku innych zaburzeń (wahania, odkształcenie, asymetria) może domagać się opłaty za tę informację.

W Norwegii obowiązek przygotowania raportu opisującego jakość zasilania spoczywa na operatorach systemów zasilających odbiorców końcowych. Dane dotyczą: (a) przerw w zasilaniu; (b) czasu ich trwania; (c) mocy nie dostarczonej; (d) wskaźników ENS, SAIDI, SAIFI, CAIDI, CTAIDI, CAIFI.

### POŁUDNIOWA AFRYKA

Ponieważ odległości pomiędzy elektrowniami i głównymi odbiorcami są znaczące operator systemu – firma Eskom - miała poważny problem z jakością zasilania Z tego powodu w 1992 roku rozpoczęto intensywne pomiary w ponad 150 rozdzielniach w systemie przesyłowym i dystrybucyjnym w celu określenia poziomu jakości zasilania odbiorców<sup>Z13.9</sup>.

W tym samym czasie zrealizowano dwa dodatkowe projekty. Pierwszym była ankietyzacja ponad 50% dużych odbiorców (powyżej 5 MV·A) mająca na celu określenie kosztów złej jakości zasilania. Efektem było opracowanie modeli ekonomicznych sześciu sektorów przemysłu – chemicznego, papierniczego, górniczego (złoto i węgiel), tekstylnego, spożywczego i metalurgicznego. Zastosowanie tych modeli pozwala Eskom przewidywać koszty odbiorcy dla każdego rodzaju zaburzeń elektromagnetycznych i modele te są wykorzystywane w przedsiębiorstwach dystrybucyjnych w ich planach rozwojowych.

Drugi projekt dotyczył badań nad możliwością stosowania różnych rozwiązań i urządzeń służących poprawie warunków dostawy energii zarówno po stronie dostawcy jak i odbiorcy energii. Projekt ten zapoczątkował w Południowej Afryce rozwój rynku takich instalacji.

W 1995 roku Eskom wprowadził szczegółowe kontrakty dotyczące jakości energii dla dużych indywidualnych odbiorców. Kontrakty te - zawierające zarówno zobowiązania dostawcy jak i odbiorcy energii - obejmują: wartość napięcia, harmoniczne, asymetrię, wahania, szybkie zmiany napięcia, częstotliwość, zapady napięcia i przerwy. W celu spełnienia wymagań kontraktów wprowadzono wewnętrzne umowy dotyczące jakości energii w złączach pomiędzy sieciami przesyłowymi i rozdzielczymi.

Eskom oferuje trzy różne rodzaje kontraktów „jakościowych”:

- *zasilanie zgodne z państwową normą „jakościową” NRS 048 [Z13.24, Z13.25].* Operator gwarantuje minimalne poziomy jakości obowiązujące w całym kraju. Jeżeli poziom ten nie jest spełniony Eskom jest zobowiązany do poprawy jakości dostawy energii. Jeżeli odbiorca miał lepszą jakość niż deklarowana minimalna przed wprowadzeniem normy, nie płaci dodatkowej opłaty i nie musi podpisywać umowy.

<sup>Z14.9</sup> Obecnie w rozdzielniach NN/WN przynajmniej jeden punkt jest monitorowany. Monitorowaniu podlega około 50% odbiorców zasilonych z sieci WN (wliczając złącza z innymi operatorami lecz wyłączając zasilanie trakcji) oraz rozdzielni WN/WN oraz WN/SN. Ciągły monitoring na poziomie niskiego napięcia realizowany jest bardzo rzadko.

### ZAŁĄCZNIK 13: Przykładowe regulacje jakości napięcia w wybranych krajach

- *specjalna opcja sieciowa (ang. network specific option)*. Odbiorca ma zagwarantowaną jakość dostawy energii lepszą niż zdefiniowana w normie NRS 048. Eskom określa jaka jakość jest możliwa do zaoferowania z istniejącej sieci. Porozumienie zobowiązuje odbiorcę do ponoszenia dodatkowych opłat z tytułu tej usługi.
- *opcja premium power*. Gwarantuje odbiorcy lepszą jakość niż określona w specjalnej opcji sieciowej. Eskom inwestuje w swoją sieć lub po stronie odbiorcy. Poprawa jakości jest zagwarantowana w zamian za stałą opłatę ponoszoną przez odbiorcę przez cały czas obowiązywania kontraktu. Jeżeli Eskom nie uzyska poziomu gwarantowanego w umowie wówczas ponosi opłaty na rzecz odbiorcy w uzgodnionej wysokości. Odbiorca może rozwiązać umowę po uzgodnionym terminie i ma także możliwość przedłużenia czasu jej obowiązywania. Opcja ta realizowana jest zgodnie z następującą procedurą:
  1. odbiorca domaga się poziomu jakości, który przekracza istniejące możliwości operatora
  2. Eskom przeprowadza analizę techniczną po stronie odbiorcy i w swojej sieci w celu określenia czułości zainstalowanych urządzeń oraz częstotliwości występowania zaburzeń
  3. Eskom projektuje rozwiązania, które pozwalają spełnić oczekiwania odbiorcy
  4. Obydwie strony negocjują i uzgadniają wysokość miesięcznej stawki za wymagany poziom jakości
  5. Eskom zamawia, instaluje i uruchamia potrzebny sprzęt po stronie odbiorcy
  6. Eskom gwarantuje obsługę tych urządzeń przez uzgodniony w kontrakcie czas.

#### Przykładowe wartości dopuszczalne:

*Napięcie:* CP95, 10 min., tydzień

Wartości dopuszczalne – w sieciach nN (<500 V)  $\pm 10\%$  napięcia znamionowego i  $\pm 5\%$  napięcia deklarowanego w sieciach o innych napięciach znamionowych (>500 V). Istnieje dodatkowe kryterium, które stanowi, że nie więcej niż dwie kolejne wartości 10-minutowe mogą przekroczyć wartości dopuszczalne.

#### *Zapady napięcia*

Zgodnie z [Z13.25] podano w formie tabel graniczne liczby zapadów, które nie powinny być przekroczone przez 95 i 50 % monitorowanych punktów.

Tabela Z13.5. Liczba zapadów dla 95% monitorowanych punktów [Z13.25]

WARTOŚĆ NAPIĘCIA	LICZBA ZAPADÓW W CIĄGU ROKU					
	X1	X2	T	S	Z1	Z2
Kategoria zapadu						
(6,6-44) kV (sieć wiejska)	85	210	115	400	450	450
(6,6-44) kV	20	30	110	30	20	45
(44-132) kV	35	35	25	40	40	10
(220-765) kV	30	30	20	20	10	5

Tabela Z13.6. Liczba zapadów dla 50% monitorowanych punktów [Z13.25]

WARTOŚĆ NAPIĘCIA	LICZBA ZAPADÓW W CIĄGU ROKU					
	X1	X2	T	S	Z1	Z2
Kategoria zapadu						
(6,6-44) kV (sieć wiejska)	13	12	10	13	11	10
(6,6-44) kV	7	7	7	6	3	4
(44-132) kV	13	10	5	7	4	2
(220-765) kV	8	9	3	2	1	1



Warunki techniczne przyłączenia dotyczące wahań napięcia [Z13.15]:

Pomiary (7 dni) są wykonywane we wszystkich fazach. W przypadku transformatorów z uziemionym punktem neutralnym mierzone są napięcia fazowe, w przypadku transformatorów z izolowanym punktem neutralnym – napięcia międzyfazowe. W każdej dobie pomiaru (od godziny 0:00 do 24:00) w każdej fazie, wyznaczany jest percentyl CP95 wskaźnika  $P_{st}$ . Największa wartość ze zbioru dobowych wartości zmierzonych podczas tygodnia oraz maksymalna wartość wskaźnika  $P_{It}$  są porównywane z poziomami dopuszczalnymi (Tabela Z13.7).

Tabela Z13.7 Rekomendowane poziomy planowane

POZIOM NAPIĘCIA	$P_{st,95\%}$ (WARTOŚĆ DOBOWA)	$P_{It,max}$
SN/WN	0,8	0,6
NN	0,9	0,7

## PORTUGALIA

Za jakość napięcia odpowiedzialni są operatorzy systemów: przesyłowego i rozdzielczych. Ich obowiązkiem jest określenie poziomów jakości i monitorowanie: częstotliwości, wartości napięcia, harmoniczných, zapadów, asymetrii i wahań napięcia, przepięć i przerw. Odbiorcy są odpowiedzialni za swoją emisję.

Monitorowaniu podlega 61 punktów w sieci przesyłowej (40 przez 4 tygodnie, pozostałe przez cały rok), w sieci dystrybucyjnej wszystkie rozdzielnie (423) na poziomie SN i 1270 stacji transformatorowych na poziomie nN. Koszty monitorowania pokrywają operatorzy.

Pomiary muszą być wykonane na każde życzenie odbiorcy. Jeżeli skarga na złą jakość zasilania nie zostanie potwierdzona, wówczas odbiorca ponosi koszty pomiarów w wysokości corocznie publikowanej. W Tabeli Z13.8 podano przykładowe wysokości opłat za dodatkowy pomiar w Portugalii.

Tabela Z13.8. Przykładowe wysokości opłat za pomiar wskaźników jakości (Portugalia)

POZIOM NAPIĘCIA	WYSOKOŚĆ OPŁATY [€]
nN (moc umowna $\leq 41,4 \text{ kV} \cdot \text{A}$ )	20,00
nN (moc umowna $> 41,4 \text{ kV} \cdot \text{A}$ )	176,00
SN	1 560,00
WN	5 253,00
NN	5 253,00

Odbiorca może sam zainstalować przyrządy pomiarowe. Jeżeli ich instalacja jest efektem porozumienia stron, wyniki pomiarów są wiążące dla obydwu partnerów i są podstawą rozstrzygnięcia ewentualnych sporów.

Jako obowiązujące w sieciach SN i WN wprowadzono normy IEC: 61000-3-6 i 61000-3-7.

Nie wprowadzono kary dla dostawcy za przekroczenie parametrów jakościowych. Operator jest zobowiązany do zidentyfikowania przyczyny problemu, sposobu poprawy i następnie potwierdzenia skuteczności zastosowanych środków zaradczych.

Podstawą rozliczeń za przerwy w zasilaniu jest energia nie dostarczona. W stosunku do wielkości planowanej wprowadzono przedział tolerancji nie powodujący konsekwencji finansowych. Jeżeli przedział ten zostanie przekroczony powoduje on zmiany w taryfie w następnym roku.

Przykładowe wartości dopuszczalne:

Wartość napięcia deklarowanego  $U_c$  powinna być w przedziale  $\pm 7\% U_N$ . W normalnych warunkach 95% wartości 10 min powinno być w przedziale  $\pm 5\% U_c$ .

## RUMUNIA [Z13.34]

W 2004 r regulator wprowadził instrukcję eksploatacji sieci przesyłowej włączając do niej pewne aspekty jakości zasilania. Od tego momentu:

- w 2004 r. system przesyłowy został połączony z UCTE
- w 2005 r w każdym punkcie pomiarowym zainstalowano przekładniki prądowe oraz pojemnościowe przekładniki napięciowe o dobrych parametrach technicznych (mała niepewność pomiaru, szerokie pasmo przenoszenia) oraz dedykowane przetworniki do monitorowania wartości napięcia
- w 2006 r zainstalowano pierwszy system monitorowania (7 mierników ION7650 na poziomie 110kV w sprzęgach pomiędzy OSP i OSD, analogowe modemy telefoniczne, sieć światłowodowa, zarządzanie za pomocą środowiska *ION management software*). System został uruchomiony dla okresowego, a później ciągłego monitoringu jakości zasilania w sprzęgach pomiędzy siecią przesyłową i rozdzielczą.
- W ramach rozbudowy zainstalowano 15 przyrządów ZMQ 202 z dedykowanym modulem PQ w złączach OSP i odbiorców końcowych, 110 kV i 220 kV. Dane z mierników są odczytywane automatycznie co 6h z centralnego poziomu. Dodatkowo system monitorowania obejmuje 8 mierników przenośnych: TOPAS 100 (5x) i FLUKE 1760 (3x) w raz z oprogramowaniem (*FLUKE Analyze software*). Służą one do identyfikacji źródeł zaburzeń i obszarów o złej jakości zasilania - jeżeli przyrząd stacjonarny wykazuje przekroczenia rozpoczynają się dokładne pomiary za pomocą mierników przenośnych. Monitorowaniu podlegają: częstotliwość, wartość napięcia, asymetria, THD i harmoniczne i wskaźnik  $P_{1t}$ . Operator systemu przesyłowego przesyła na podstawie uzyskanych pomiarów raporty dotyczące jakości zasilania do ministerstwa gospodarki (co miesiąc) i regulatora (co kwartał). Muszą być one także publikowane na stronie internetowej i archiwizowane przez okres 5 lat.
- w 2006 r. r zaczęto budowę kompetencji pracowników poprzez seminaria i roczne szkolenia w ramach europejskiego projektu LPQIVES (<http://leonardo-web.org/lpqives/>).
- w 2007 r. regulator opracował rozporządzenie w którym zdefiniowano standard jakości na podstawie norm EN 50 160 i IEC 61000-4-30.
- w 2008 r. zdefiniowano założenia polityki „jakościowej” uwzględniając takie aspekty jak jakość techniczną, ciągłość zasilania i jakość handlową obejmującą instytucję operatora pomiarowego rynku energii,
- od 2008 r operator wprowadził system certyfikacji kompetencji zgodnie ze schematem LPQIVE (<http://leonardo-web.org/lpqives/>)
- w 2010 r. rozpoczęto nowy projekt „jakościowy”. Planowana jest instalacja około 300 mierników klasy A i wprowadzenie nowej platformy integrującej. W dwóch punktach zastąpiono istniejące indukcyjne przekładniki prądowe przekładnikami optycznymi współpracującymi z miernikami klasy A (pilotażowe instalacje do badania charakterystyk częstotliwościowych przetworników pomiarowych),
- zgodnie z obowiązującymi przepisami każde rozproszone źródło musi być wyposażone w miernik jakości napięcia. Za gwarancje jakościowe względem odbiorcy końcowego oddzielnie odpowiada operator sieci przesyłowej i dystrybucyjnej. Regulator może nałożyć karę za niedotrzymanie standardów jakościowych.

## SŁOWENIA

W Słowenii operatorzy sieci rozdzielczych i przesyłowej są zobowiązani do przeprowadzenia pomiarów wskaźników jakości na poziomie WN we wszystkich rozdzielniach (8) i około 10% (160) na poziomie SN. Mierzone są wszystkie wskaźniki zgodnie z EN 50160.

## SZWECJA [Z13.22]

W 1989 roku Vattenfall rozpoczął realizację programu dotyczącego jakości dostawy energii. Zgodnie z nim sieć powinna być planowana z uwzględnieniem kosztów energii nie dostarczonej ustalanych jako średnia na poziomie krajowym i publikowanych przez Swedenergy AB. Jeżeli odbiorca chce uzyskać lepsze warunki dostawy energii, musi ponieść dodatkowe koszty. Podstawowa usługa sformułowana na początku lat 90. poprzedniego wieku dotyczyła tylko przerw – nie jakości napięcia, ale istniały także inne regulacje, które mogły być przywołane jeżeli wystąpiły problemy.

W zakresie regulacji jakości napięcia Szwecja była pionierem – tu sformułowano pierwsze wartości graniczne dla harmonicznych. Były one wymuszone instalacją pierwszej generacji przekształtników trakcyjnych w sieciach WN. W 1989 roku wprowadzono krajowy standard dla sieci nN. Przestał on obowiązywać w chwili wprowadzenia normy EN 50 160.

W 2007 roku Vattenfall wprowadził pojęcie tzw. „sztywność sieci” (ang. *Network Strength – NS*, miarą której jest moc zwarciowa) jako dodatkowe kryterium. W początkowym okresie wartość NS dla większości odbiorców powinna być większa niż ta, która jest niezbędna, aby w najbliższej przyszłości spełnić wszystkie obecne i przewidywalne potrzeby. Nie ma możliwości zwymiarowania sieci zgodnie z najbardziej wymagającymi odbiorcami.

W Szwecji, podobnie jak w innych krajach, koszty sieciowe są transferowane do odbiorców poprzez system taryf. Trudnym zadaniem było znalezienie poziomu NS, który będzie częścią standardowej taryfy – tzn. będzie zawarty w podstawowej usłudze. Odbiorcy, którzy chcą mieć wyższy poziom NS otrzymywali taką ofertę jako usługę dodatkową.

Jako generalną zasadę przyjęto, że każdy odbiorca przyłączony do sieci powinien móc załączyć i wyłączyć całkowitą swoją moc umowną (obciążenia lub generacji) raz na dobę w warunkach, które nie zaburzają pracy innych odbiorców (tj. nie zostanie wytworzona nie tolerowana zmiana napięcia). W czasie wprowadzania tego kryterium regulacyjnego w Szwecji zmiana napięcia która wystąpiła w ciągu doby nie powinna przekroczyć 3% wartości znamionowej. To stało się podstawą wyznaczenia NS. Dla sieci SN i WN można założyć, że impedancja zastępcza jest głównie indukcyjna, tak więc przy stałej skokowej zmianie napięcia - 3%, jest możliwe wyznaczenie relacji pomiędzy łączoną mocą umowną i potrzebną mocą zwarciowa lub NS. W sieciach takich zmiana napięcia jest wywołana głównie zmianami mocy biernej. Udział mocy czynnej jest mniejszy. Dlatego regulacje określają wartość maksymalnej mocy biernej (MVA<sub>r</sub>) odbiorcy w procentach umownej mocy czynnej. Są one zawarte pomiędzy 15% dla odbiorców w sieciach 132 kV do 50% dla odbiorców nN i SN z pomiarem mocy biernej.

### Warunki techniczne przyłączenia dotyczące wahań napięcia [Z13.15]:

Poziomy planowane w sieciach NN:

$$P_{st} \leq 1 \quad P_{lt} \leq 0,8$$

Wskaźniki mierzone są zgodnie z [Z13.18, Z13.19] przez jeden tydzień. Wskaźnik  $P_{st}$  mierzony jest przez 10 min i uaktualniany co 1 min. Wartości wskaźnika  $P_{lt}$  są wyznaczone w czasie 2 h i uaktualniane co 1 min. Percentyle CP95 wyznaczone w tak otrzymanych zbiorach nie powinny przekroczyć poziomów dopuszczalnych. Dodatkowo percentyl CP99 ze zbioru wartości  $P_{st}$  nie powinien przekroczyć 150% poziomu dopuszczalnego.

Tylko odbiorniki niespokojne o maksymalnej mocy pozornej mniejszej niż 0,1 mocy zwarciowej w miejscu ich przyłączenia mogą być przyłączone bez określania indywidualnych poziomów emisji.

Jeżeli wartość dopuszczalna wahań nie jest znacząco przekroczona, nie muszą być podejmowane żadne działania do chwili w której pojawia się skargi odbiorców. W

indywidualnych przypadkach można uzyskać akceptację na czasowe przekroczenie poziomu dopuszczalnego (przez czas dłuższy niż 5% tygodnia).

## USA

W [Z13.1] zaproponowano prawdopodobnie pierwszy ekonomiczny mechanizm bodźcowy dla poprawy współczynnika mocy i wartości generowanych harmonicznych. Autorzy zaproponowali rozwinięcie koncepcji granicznego współczynnika mocy, tworząc w ten sposób mechanizm minimalizacji generowania harmonicznych. Dodatkowym założeniem była łatwość adaptacji nowej propozycji tak, aby nie powodowała ona zmian w funkcjonującej praktyce fakturowania za energię elektryczną i aby nie wymagała złożonych, a więc drogich urządzeń pomiarowych. Autorzy proponują następujący współczynnik:

$$hPF = \frac{P}{U_{wh}^* I_{wh}^*} \quad (Z13.11)$$

gdzie  $P$  jest mocą czynną zarówno dla harmonicznej podstawowej jak i wyższych harmonicznych, a  $U_{wh}^*$  i  $I_{wh}^*$  są ważonymi w funkcji częstotliwości wartościami skutecznymi napięcia i prądu:

$$U_{wh}^* = \sqrt{\sum_{h=1}^{50} c_h U_h^2} \quad I_{wh}^* = \sqrt{\sum_{h=1}^{50} k_h I_h^2}$$

gdzie  $c_h$  i  $k_h$  są współczynnikami ważenia, a  $U_h$  i  $I_h$  są zmierzonymi wartościami skutecznymi harmonicznych napięcia i prądu rzędu  $h$ .

Współczynniki ważenie  $c_h$  przyjmują najczęściej wartość 1, lecz w uzasadnionych przypadkach mogą być wybrane z przedziału 0-1.

Współczynniki ważenia harmonicznych prądu  $k_h$  mogą być wyznaczone przykładowo na podstawie jednej z poniższych zależności:

$$k_h = h \quad k_h = h^{1,333} \quad k_h = \sqrt{h} \quad k_h = [1 + x(h^2 - 1)]$$

gdzie  $x$  jest stałą zawartą w przedziale 0,01-0,1. Ostatnia z proponowanych zależności to współczynnik wynikający ze sposobu wymiarowania transformatora poddanego wpływowi odkształconego prądu.

## WĘGRY

Regulator posiada 400 własnych rejestratorów jakości (klasa B), które są instalowane przez pół roku w sieci jednego z sześciu operatorów dystrybucyjnych tylko na poziomie nN (odpowiada to 0,007% odbiorców w tych sieciach). Regulator wybiera punkty pomiarowe w sposób losowy, bez związku z wcześniejszymi przypadkami lub skargami. Koszt monitoringu jest dzielony pomiędzy regulatora i operatora - pierwszy pokrywa koszt rejestratorów, a drugi koszt instalacji mierników i ich demontażu. System wykorzystuje GPS do synchronizacji pomiaru i organizacji zdalnego odczytu.

Wiele węgierskich postanowień „jakościowych” odbiega od postanowień normy EN 50 160. I tak:

- zmiany napięcia (10. minutowe wartości skuteczne) powinny zawierać się w przedziale  $\pm 7,5\% U_N$  dla CP95. z max. 115% dla wartości 1 min w sieciach nN i SN
- wszystkie 10. minutowe wartości skuteczne muszą być w przedziale +10% i -15% napięcia znamionowego.

### ZAŁĄCZNIK 13: Przykładowe regulacje jakości napięcia w wybranych krajach

- o liczbę krótkich przerw w zasilaniu spowodowanych przez układy eliminacji zwarć (SPZ) ograniczono do 70.

W odniesieniu do innych parametrów stosuje się postanowienia normy EN 50160.

Regulator może nałożyć karę za niedotrzymanie standardów jakościowych. Kara jest egzekwowana poprzez redukcję taryfy.

Węgry (także Irlandia) stosują tzw. „procedurę poprawy” (ang. *standard of correction*) w odniesieniu do problemów związanych z jakością zasilania. Dostawca zobowiązany jest zapłacić na rzecz odbiorcy stosowną karę jeżeli w określonym czasie przyczyna skargi nie zostanie usunięta.

### WŁOCHY

Włoski regulator jest odpowiedzialny za ustalanie taryf i standardów jakościowych. Powinien także promować konkurencję i efektywność energetyczną oraz gwarantować odpowiednie standardy jakości w przemyśle elektrotechnicznym i gazowym. Aby to zrealizować został wyposażony w uprawnienia do ustalania minimalnych poziomów jakości wraz odpowiednimi bodźcami. Minimalne standardy i system bodźców istnieje w odniesieniu dla ciągłości zasilania i ich stosowanie zakończyło się spektakularnym sukcesem (rozdział 8). We Włoszech nie obowiązuje jeszcze regulacja napięcia, ale poczyniono kroki, aby taki system wprowadzić. Do tych działań należy:

- o wprowadzenie w 2000 roku normy (ogólnej do 2003 r, obecnie gwarantowanej) dotyczącej kontroli jakości napięcia na życzenie odbiorców końcowych w sieciach SN i nN
- o wprowadzenie w 2004 r indywidualnych pomiarów jakości napięcia, zgodnych z normami EN 50160 i EN 61000-4-30 dla odbiorców końcowych i producentów energii na poziomie SN,
- o wprowadzenie w 2004 kontraktów dotyczących jakości dostawy energii (istnieje możliwość indywidualnych pomiarów w celu kontroli spełnienia wymagań umowy). Istnieją prawne możliwości zawierania kontraktów. Regulator swoimi działaniami promuje tę formę regulacji jakości zasilania i ustala minimalne wymagania. Nie kontroluje i nie zatwierdza kontraktu. Istnieją jednakże pewne reguły: (a) kontraktowe poziomy jakości lub ciągłości powinny być wyrażone jako wartości progowe, (b) czas trwania kontraktu nie może być krótszy niż jeden rok i dłuższy niż cztery lata (c) kontrakt może być zróżnicowany w zależności od poziomu napięcia i aktualnego wyjściowego poziomu jakości i lokalnych uwarunkowań sieciowych. Kontrakt jest całkowicie dobrowolny dla odbiorcy i dostawcy (także na poziomie sieci przesyłowej). Dla operatora systemu dodatkowe wpływy wynikające z kontraktów jakościowych są traktowane jako usługa zwiększająca bezpośrednio zysk. Operator ma obowiązek informowania regulatora o liczbie i warunkach kontraktów jakościowych. Do listopada 2010 roku nikt takiego kontraktu nie podpisał [Z13.28].
- o rozpoczęcie w 2004/2005 monitorowania jakości napięcia w sieciach WN (projekt MONIQUE, około 165 punktów pomiarowych)
- o rozpoczęcie w 2005 r monitorowania jakości napięcia w sieciach SN (projekt QUEEN). Od 2006 w ramach projektu dostępne są dane dotyczące zapadów i zmian napięcia w sieciach SN.
- o w 2006 r. sformułowano wymagania dotyczący możliwości pomiarowych mierników typu “smart” tak, aby mogły one rejestrować zmiany napięcia zgodnie z normą EN 50160, w 2009 roku rozpoczęto pomiary za pomocą tych przyrządów. Uzyskane dane są dostępne – z 55 452 mierników [Z13.28].

### ZAŁĄCZNIK 13: Przykładowe regulacje jakości napięcia w wybranych krajach

- o kampania pomiarowa w latach 2006-2008. Celem było opracowanie dokładnego obrazu jakości dostawy energii we Włoszech. W strategicznych punktach systemu (prawie 600, głównie na poziomie SN w stacjach SN/WN) zainstalowano rejestratory. W systemie przesyłowym koszty pomiarów pokrywa operator, na poziomie rozdzielczym finansowanie pomiarów dokonuje się poprzez składnik taryfy przeznaczony na działalność badawczą. Możliwe jest także instalowanie własnych rejestratorów odbiorcy. Mierzone są wszystkie wskaźniki z wyjątkiem przepięć, interharmonicznych i sygnałów zdalnego sterowania. Wykluczono także częstotliwość (poza kontrolą operatora sieci rozdzielczej). Wyniki są publikowane przez operatorów i przekazywane regulatorowi do analizy, której rezultaty są publikowane w postaci zagregowanej, nie pozwalającej na identyfikację punktu pomiarowego (<http://queen.ricercadisistema.it>).
- o obowiązkiem operatora jest instalowanie rejestratorów na życzenie odbiorców i na ich koszt (takich punktów jest obecnie 75). Dodatkowo operatorzy zainstalowali własne mierniki w 125 punktach zasilania wybranych odbiorców.
- o ustalając wskaźniki jakości zróżnicowano obszary i ocenę postępu w osiągnięciu celów poprzez przyrosty, a nie bliskość celu. Taki sposób sprawdził się bardzo dobrze w odniesieniu do przerw w zasilaniu (rozdział 8).
- o w sektorze dystrybucji energii obowiązuje w całym kraju jednolita taryfa. Wprowadzono fundusz wyrównawczy na rzecz którego wpłaty dokonują ci, którzy obniżają jakość zasilania. Z funduszu tego płacone są nagrody dla najlepszych.
- o badania kosztów złej jakości dostawy energii elektrycznej wykonano we Włoszech w 2006 r.

### WIELKA BRYTANIA

Posiada szereg dokumentów, które składają się na kodeks dystrybucji energii [Z13.8,Z13.9,Z13.10]. Jednym z najważniejszych jest dokument G5/4 [Z13.10], który określa warunki przyłączenia odbiorników nieliniowych. Instytucją odpowiedzialną za ustalenie kryteriów jakości jest *Departament of Trade and Industry (DTI) Engineering Inspectorate*. Opracował on wytyczne [Z13.13], które dotyczą między innymi jakości dostawy energii (bez związku z normą EN 50 160). Normy jakości napięcia odpowiadające EN 50 160 są zawarte w zaleceniach opracowanych przez operatorów sieciowych [Z13.8, Z13.9, Z13.10]. Dokument [Z13.12] reguluje jakość obsługi odbiorców.

W 2002 r. brytyjski regulator - Biuro Rynków Gazu i Energii Elektrycznej (ang. *Office of Gas and Electricity Markets – Ofgem*) opracował mechanizmy bodźców finansowych dla poprawy jakości zasilania. Dopuszczalny przychód operatora (zysk) jest ustalany w oparciu o wyniki jego działania ustalane na podstawie różnicy pomiędzy docelowymi poziomami czasu przerwy i liczby przerw. Zezwolono na wzrost kosztów operatorów przez okres 5 lat o nie więcej niż 2% całkowitego zysku na inwestycje w celu poprawy jakości (głównie dotyczyło to ciągłości zasilania). Kwota procentowa była ustalana indywidualnie dla każdego operatora. Raport o stanie jakości zasilania jest przygotowywany co miesiąc i t udostępniany na każde życzenie odbiorcy (także telefoniczne).

Przedstawiciel operatora musi odwiedzić skarżącego się klienta w czasie nie dłuższym niż 7 dni roboczych lub przesłać merytoryczną odpowiedź na skargę w czasie nie dłuższym niż 5 dni. Jeżeli to nie nastąpi odbiorca otrzymuje 20 £. W czasie 6 miesięcy dostawca musi zlikwidować przyczynę złej jakości zasilania.

## Literatura

- Z13.1 Amentagui J.: Power quality measurement & control procedures in Spain. CIRED 2003, Round table on Power Quality at the Interface T&D.
- Z13.2 ANSI/IEEE Standard C57.110-1986, IEEE Recommended practice for establishing transformer capability when supplying nonsinusoidal load current.
- Z13.3 3<sup>rd</sup> (2005), Benchmarking Reports on Quality of Electricity Supply. CEER Reports.
- Z13.4 Bollen M: Comparison of the different indices. Discussion in the CIGRE working group August 2003.
- Z13.5 Cajamarca G., Torres H., Pavas A.: A mythological proposal for the estimation of optimal power quality levels, Power Systems Conference and Exposition, PSCE 2006, Atlanta.
- Z13.6 Caramia P., Carpinelli G., Verde P., Chiumeo R., Matrandrea I, Tarsia F.: Indici globali per la caratterizzazione della power quality nei sistemi elettrici, 101 National Conference on AEIT, Capri, Italy, Sep. 2006.
- Z13.7 Caramia P., Carpinelli G., Verde P.: Power quality indices in liberalized markets, Wiley, 2009.
- Z13.8 Engineering Recommendation: ER P28 – Planning limits for voltage fluctuations caused by industrial, commercial and domestic equipment in the UK.
- Z13.9 Engineering Recommendation: ER P29 – Planning limits for voltage imbalance in the UK.
- Z13.10 Engineering Recommendation: ER G5/4 – Harmonics limits and regulations (BS EN 61000-4-7).
- Z13.11 EdF Emeraude contract: Emerald Contract for the supply of electric at the Green Rate. International Telecommunication Union, Geneva, 1989.
- Z13.12 Guaranteed standards of performance for electricity distribution companies in England, Scotland & Wales, June 2006-ENA, UK
- Z13.13 Guidance on the electricity safety, quality and continuity, Regulations 2005, 23 May 2005 v4 – Engineering Inspectorate, Department of Trade and Industry, UK.
- Z13.14 Gomez San Roman T., Roman Ubeda J.: Power quality regulation in Argentina: flicker and harmonics. IEEE Tran. On Power Delivery, 13, 3, 1998, 895-901.
- Z13.15 Häger M., Wahlström B., Friman B.: Limits and responsibility sharing with regard to power quality for Swedish 220- and 400 kV transmission system. STRI Report S98-171, 1998.
- Z13.16 Haghighifam R., Danesghar M.: Developing a new algorithm to participate power quality variation in tariff: an experiences in Iran, CIRED 2001, Amsterdam.
- Z13.17 Hulshorst W.T.J., Smeets E..L.M., Wolse J.A.: Premium power quality contacts and labeling. KEMA Consulting, Arnhem, April 2007.
- Z13.18 IEC 61000-3-7: Assessment of emission limits for fluctuating loads in MV and HV power systems.
- Z13.19 IEC 61000-4-15: Flickermeter – Functional and design specifications.
- Z13.20 Laspada H.M.: Regulation of quality of the electrical service in Argentina, CIRED, Nice, 1999.
- Z13.21 McEachern A., Mack Grady W., Moncrief W.A., Heydt G.T., McGranaghan M.: Revenue and harmonics: an evaluation of some proposed rate structure, IEEE Tran. on Power Delivery, 10, 1, 1995, 474-482.
- Z13.22 Norbert P., Larsson A., Sundell M., Grape U.: Introducing network strength to handle power quality in system planning, CIGRE 2008, C4-118.
- Z13.23 Netcode, 1 July 2005 – Dienst uitvoering en toezicht Energie (DE), NL.
- Z13.24 NRS 048-4: Electricity supply – quality of supply. Part 4: Application guidelines for utilities. Published in Republic of South Africa by the South African Bureau of Standards, <http://www.sabs.co.za>.
- Z13.25 NRS 048-2: Electricity supply – Quality of supply. Part 2: Voltage characteristics, compatibility levels, limits and assessment methods. Published in Republic of South Africa by the South African Bureau of Standards, <http://www.sabs.co.za>.
- Z13.26 PN EN 61000-3-3: Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Część 3-3. Dopuszczalne poziomy. Ograniczanie wahań napięcia i migotania światła powodowanych przez odbiorniki o prądzie znamionowym  $\leq 16$  A w sieciach zasilających niskiego napięcia.
- Z13.27 Power Quality Vorschriften voor netgebruikers aangesloten op hoogspanningsnetten, Juli 2003 – Synergid, BE.
- Z13.28 Regulation of voltage quality for the Italian network results of monitoring voltage quality on Italian MV networks, new edition of EN 50160 and perspectives on voltage quality regulation, Workshop organized by Autorità per l'energia elettrica e il gas and Politecnico di Milano in the framework of the 14th IEEE International Conference on Harmonics and Quality of Power (ICHQP), September 29th, 2010.
- Z13.29 Richtlinie zur Beurteilung von Netzruckwirkungen, Version 2.1 2004, „Energie-Control Österreichische Gesellschaft für die Regulierung in der Elektrizitäts- und Erdgaswirtschaft mit beschränkter Haftung“ (Energie-Control GmbH), AT, Distribution Code 2003 Regeln für den Zugang zu Verteilungsnetzen, August 2003 – VDN, Verband der Netzbetreiber, DE.

**ZAŁĄCZNIK 13: Przykładowe regulacje jakości napięcia w wybranych krajach**

- Z13.30 Rivier J., Gomez T.: Critical analysis of Spanish power quality regulation design. [www.cdec-sign.cl](http://www.cdec-sign.cl).
- Z13.31 Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego, Dziennik Ustaw Nr 93 z dnia 29 maja 2007 r.
- Z13.32 Sand K., Seljeseth H., Samdal K.: Power quality regulation in Norway, *Electrical Power Quality and Utilization – Magazine*, 1, 1, 2005.
- Z13.33 Sedgi A. Bll-Khamsin, Majid M. Al-Sadah: Power transmission performance indices, CIGRE 2006, C5-109.
- Z13.34 Stanescu C., Gal S., Pispiris S., Postolache P., Widmer J.: Power quality monitoring in the Romanian power grid, CIGRE 2010, C4-110.