



ENEA Operator sp. z o.o.
60-479 Poznań, ul. Strzeszyńska 58
tel. +48 / 61 88 43 110
faks +48 / 61 88 45 957

NIP 782 237 71 60
REGON 300455398
kontakt@operator.enea.pl
www.operator.enea.pl

**Kryteria techniczne oceny możliwości
przyłączenia jednostek wytwórczych,
magazynów energii oraz OSDn do sieci
dystrybucyjnej średniego napięcia
ENEA Operator sp. z o.o.**

Poznań, czerwiec 2025 r.

Zawartość dokumentu

1.	Wykaz skrótów i oznaczeń oraz definicje stosowanych pojęć	3
2.	Podstawa opracowania dokumentu	8
3.	Cel opracowania dokumentu	8
4.	Przeznaczenie dokumentu	8
5.	Podstawowe założenia wykonania ekspertyz	8
6.	Kryteria techniczne oceny możliwości przyłączenia obiektów do sieci dystrybucyjnej SN	11
6.1.	Spełnienie standardów jakości energii elektrycznej	11
6.1.1.	Przedmiotowy zakres kryterium	11
6.1.2.	Szczegółowy zakres przeprowadzanej analizy	11
6.1.3.	Ocena wyników przeprowadzanej analizy standardów jakości energii ...	13
6.2.	Spełnienie warunków zwarciovych	14
6.2.1.	Przedmiotowy zakres kryterium	14
6.2.2.	Szczegółowy zakres przeprowadzanej analizy	14
6.2.3.	Ocena wyników przeprowadzanej analizy warunków zwarciovych	16
6.3.	Spełnienie dopuszczalnych zmian napięcia	16
6.3.1.	Przedmiotowy zakres kryterium	16
6.3.2.	Szczegółowy zakres przeprowadzanej analizy	17
6.3.3.	Ocena wyników przeprowadzanej analizy dopuszczalnych zmian napięcia	18
6.4.	Spełnienie zapasu mocy w węźle bilansowym WN/SN	19
6.4.1.	Przedmiotowy zakres kryterium	19
6.4.2.	Szczegółowy zakres przeprowadzanej oceny	19
6.4.3.	Ocena wyników przeprowadzanej oceny zapasu mocy w węźle bilansowym WN/SN	22
7.	Ocena końcowa możliwości przyłączenia jednostek wytwórczych, magazynów energii elektrycznej oraz OSDn do sieci dystrybucyjnej SN	23
8.	Ocena możliwości przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci dystrybucyjnej SN na podstawie art. 7 ust. 9 ustawy Prawo energetyczne	23
9.	Zapisy końcowe	24
	Załącznik	24

1. Wykaz skrótów i oznaczeń oraz definicje stosowanych pojęć

Wykaz skrótów i oznaczeń

EB	Elektrownia biogazowa
EC	Elektrociepłownia
EM	Elektrownia na biomasę
EPV	Elektrownia fotowoltaiczna
EW	Elektrownia wodna
FW	Elektrownia/Farma wiatrowa
IRiESD	Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej
IRiESP	Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Przesyłowej
JW	Jednostka wytwórcza
ME	Magazyn energii elektrycznej
OSDp	Operator Systemu Dystrybucyjnego, który posiada połączenie sieci dystrybucyjnej z siecią przesyłową – ENEA Operator sp. z o.o.
OSDn	Operator Systemu Dystrybucyjnego, który nie posiada połączenia sieci dystrybucyjnej z siecią przesyłową
PCC	Punkt wspólnego przyłączenia (ang. Point of Common Coupling)
PE	Ustawa Prawo energetyczne
SN	Średnie napięcie
SN _{OSDn}	Sieć dystrybucyjną SN OSDn do której przyłączono lub planowane jest przyłączenie źródła wytwórczego i/lub magazynu energii elektrycznej
WN	Wysokie napięcie, 110 kV
ŻW	Źródło wytwórcze

Definicje stosowanych pojęć

Definicje ogólne		
Bezpieczeństwo dostaw energii elektrycznej		Zdolność systemu elektroenergetycznego do zapewnienia bezpieczeństwa pracy sieci elektroenergetycznej oraz równoważenia dostaw energii elektrycznej z zapotrzebowaniem na tę energię.
Bezpieczeństwo pracy sieci elektroenergetycznej		Nieprzerwana praca sieci elektroenergetycznej, a także spełnienie wymagań w zakresie parametrów jakościowych energii elektrycznej i standardów jakościowych obsługi odbiorców, w tym dopuszczalnych przerw w dostawach energii elektrycznej odbiorcom końcowym, w możliwych do przewidzenia warunkach pracy tej sieci.
Certyfikat urzędów wytwórczych		Certyfikat wystawiony przez jednostkę certyfikującą, posiadającą kompetencje do oceny danych urzędów, akredytowaną na zgodność z normą EN ISO/IEC 17065. Certyfikat ujęty w „Wykazie certyfikowanych urzędów” zamieszczony na stronie internetowej PTPIREE.
Elektrownia biogazowa (EB)		Zespół jednostek wytwórczych wykorzystujących do wytwarzania energii elektrycznej energię ze spalania biogazu, przyłączonych do sieci w jednym miejscu przyłączenia.

Elektrociepłownia (EC)	Zespół jednostek wytwórczych wytwarzających energię elektryczną w skojarzeniu z wytwarzaniem energii cieplnej, przyłączonych do sieci w jednym miejscu przyłączenia.
Elektrownia na biomasę (EM)	Zespół jednostek wytwórczych wykorzystujących do wytwarzania energii elektrycznej energię ze spalania biomasy, przyłączonych do sieci do sieci w jednym miejscu przyłączenia.
Elektrownia fotowoltaiczna (EPV)	Zespół jednostek wytwórczych wykorzystujących do wytwarzania energii elektrycznej energię promieniowania słonecznego, przyłączonych do sieci w jednym miejscu przyłączenia.
Elektrownia wodna (EW)	Zespół jednostek wytwórczych wykorzystujących do wytwarzania energii elektrycznej energię potencjalną wody, przyłączonych do sieci do sieci w jednym miejscu przyłączenia.
Elektrownia/Farma wiatrowa (FW)	Zespół jednostek wytwórczych (elektrowni wiatrowych) wykorzystujących do wytwarzania energii elektrycznej energię wiatru, przyłączonych do sieci w jednym miejscu przyłączenia.
Jednostka wytwórcza (JW)	Opisany przez dane techniczne i handlowe wyodrębniony zespół urządzeń należących do przedsiębiorstwa energetycznego, służący do wytwarzania energii elektrycznej i wyprowadzenia mocy. Jednostka wytwórcza obejmuje zatem także transformatory blokowe oraz linie blokowe wraz z łącznikami w miejscu przyłączenia jednostki do sieci.
Magazyn energii elektrycznej	Instalacja umożliwiająca magazynowanie energii elektrycznej i wprowadzenie jej do sieci elektroenergetycznej.
Miejsce przyłączenia	Punkt w sieci, w którym przyłącze łączy się z siecią zwany również PCC (ang. Point of Common Coupling).
Mikroinstalacja	Instalacja odnawialnego źródła energii o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 50 kW, przyłączoną do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV albo o mocy osiągalnej cieplnej w skojarzeniu nie większej niż 150 kW, w której łączna moc zainstalowana elektryczna jest nie większa niż 50 kW.
Moc przyłączeniowa	Moc czynna planowana do pobierania lub wprowadzania do sieci, określona w umowie o przyłączenie do sieci jako wartość maksymalna w ciągu każdej godziny okresu rozliczeniowego ze średnich wartości tej mocy w okresach 15-minutowych, służąca do zaprojektowania przyłącza.
Moc umowna	Moc czynna umowna odbiorcy końcowego określona w umowie o świadczeniu usług dystrybucji energii elektrycznej.
Odnawialne źródło energii	Niekopalne źródła energii obejmujące energię wiatru, energię promieniowania słonecznego, energię aerotermalną, energię geotermalną, energię hydrotermalną, hydroenergię, energię fal, prądów i pływów morskich, energię otrzymywaną z biomasy, biogazu, biogazu rolniczego oraz z biopłynów.
Przyłącze	Odcinek lub element sieci służący do połączenia urządzeń instalacji lub sieci podmiotu, o wymaganej przez niego mocy przyłączeniowej z pozostałą częścią sieci przedsiębiorstwa energetycznego świadczącego na rzecz tego podmiotu usługę polegającą na dystrybucji.
Sieć elektroenergetyczna	Instalacje przyłączone i współpracujące ze sobą, służące do dystrybucji, należące do przedsiębiorstwa energetycznego.
Sieć średniego napięcia	Sieć o napięciu wyższym od 1 kV i niższym od 110 kV.
Węzeł bilansowy WN/SN	Przez węzeł bilansowy WN/SN w GPZ należy rozumieć: • w przypadku zamkniętego łącznika szyn SN – rozdzielnia SN zasilana poprzez jeden transformator WN/SN; • w przypadku otwartego łącznika szyn SN – sekcja SN zasilana z transformatora WN/SN. Powyższe wynikać będzie z aktualnego układu normalnego pracy sieci na okres wiosenno-letni.

Wytwórca	Przedsiębiorstwo energetyczne zajmujące się wytwarzaniem energii elektrycznej, którego urządzenia wytwórcze przyłączone są do sieci elektroenergetycznej.
Źródło wytwórcze (ZW)	Zespół, w którym znajduje się jedna lub wiele jednostek wytwórczych energii elektrycznej (łącznie z przyłączem) oraz wszystkie potrzebne do pracy urządzenia elektryczne.
Źródła wytwórcze przyłączone i planowane do przyłączenia	Źródła określone zgodnie z pkt 5 niniejszego opracowania.
Definicje związane z parametrami opisującymi stany pracy	
Harmoniczne - wyższe harmoniczne	Drgania sinusoidalne, których częstotliwość jest wielokrotnością (liczby całkowite) podstawowej częstotliwości (50 Hz).
Harmoniczne-interharmoniczne	Drgania sinusoidalne, których częstotliwość nie jest całkowitą wielokrotnością częstotliwości podstawowej (50 Hz). Interharmoniczne mogą występować także w zakresie częstotliwości między 0 Hz i 50 Hz.
Migotanie światła (ang. flickering lights lub w skrócie flicker)	Wahania napięcia powodują zmiany luminancji źródeł światła, które mogą wywołać zjawisko migotania światła. Powyżej pewnej granicy migotanie światła staje się uciążliwe. Uciążliwość rośnie bardzo szybko wraz ze wzrostem amplitudy wahań. Przy pewnych częstościach nawet bardzo małe amplitudy mogą być uciążliwe.
Migotanie światła - wartość wskaźnika długookresowego migotania światła P_{lt}	(indeks lt – ang. long term) - poziom dyskomfortu spowodowanego migotaniem światła obliczonego w sekwencji 12 kolejnych wartości P_{st} występujących w okresie 120 minut. $P_{lt} = \sqrt[3]{\sum_{i=1}^{12} \frac{P_{sti}^3}{12}}$
Migotanie światła -wartość wskaźnika krótkookresowego migotania światła P_{st}	(indeks st – ang. short term) - poziom uciążliwości spowodowanej migotaniem światła mierzony przez 10 minut.
Migotanie światła - skokowy wskaźnik migotania światła zależny od prądu wyłączania $k_{f,i}(\Psi_k)$ i parametrów sieci	Specyficzna dla jednostki wytwórczej bezwymiarowa wielkość, którą - w zależności od podanego kąta impedancji sieciowej – szacuje się wpływ prądu pojedynczej jednostki wytwórczej przy załączaniu, na spowodowaną przez to zmianę napięcia i flicker sieciowy.
Migotanie światła - wskaźnik migotania światła $c_i(\Psi_k, v_a)$	Miara emisji migotania, specyficzna dla jednostki wytwórczej bezwymiarowa wielkość, która razem ze „znamionową mocą pozorną jednostki wytwórczej” i „mocą zwarciovą w punkcie przyłączenia” określa wartość współczynnika „c”, wywołanego pracą jednostek wytwórczych w punkcie przyłączenia (znany obecnie tylko dla urządzeń wiatrowych, zależny od kąta impedancji sieciowej i średniej prędkości wiatru).
Moc - moc czynna P	Moc elektryczna, która jest miarodajna dla wytwarzania energii elektrycznej i stosowana jest do przetworzenia w inne rodzaje mocy (mechaniczną, termiczną lub chemiczną). Jest to podana przez producenta moc nominalna jednostki wytwarzającej przy nominalnych warunkach (np. nominalna prędkość wiatru przy urządzeniach wiatrowych, nominalna wysokość spadku przy urządzeniach energii wodnej).
Moc - maksymalna moc czynna jednostki wytwórczej P_{Jmax}	Największa moc czynna jednostki wytwórczej. Jest to największa wartość średnia w zdefiniowanym przedziale czasu, z reguły w czasie 10-minut. Dla FW wartość ta może zostać przyjęta jako 600 sekundowa, największa wartość zgodnie z windtestem. Wartość ta nie jest podana w sposób ścisły, z reguły jest zastąpiona znamionową mocą jednostki wytwórczej.

Moc - maksymalna moc pozorna jednostki/źródła wytwórczego S_{Gmax}	Jest sumą wszystkich maksymalnych mocy czynnych P_{Jmax} podzieloną przez podany przez operatora sieciowego w punkcie przyłączenia do sieci współczynnik mocy λ. W praktyce, w miejsce współczynnika mocy używa się współczynnika przesunięcia fazowego $\cos \varphi$. $S_{Gmax} = \frac{\sum P_{Jmax}}{\cos \varphi}$
Moc - moc pozorna trójfazowa S	Iloczyn wartości skutecznych napięcia roboczego, prądu i współczynnika $\sqrt{3}$ przy generacji i obciążeniach symetrycznych.
Moc - współczynnik mocy λ	Wartość stosunku mocy czynnej P do mocy pozornej S dla dowolnego przebiegu prądu i napięcia. $\lambda = \frac{P}{S}$
Moc - współczynnik mocy $\cos \varphi$	Cosinus kąta fazowego między harmonicznymi podstawowymi napięcia fazowego i prądu.
Napięcie - asymetria napięcia	W sieciach trójfazowych stan, w którym wartości skuteczne napięć fazowych lub kąty fazowe między kolejnymi fazami nie są równe.
Napięcie - deklarowane napięcie zasilania U_c	Deklarowane napięcie zasilające U_c jest zwykle napięciem znamionowym U_n sieci. Jeżeli, w wyniku porozumienia między dostawcą i odbiorcą, w złączu sieci elektroenergetycznej występuje napięcie różniące się od znamionowego, napięcie to jest deklarowanym napięciem zasilającym U_c .
Napięcie - harmoniczna napięcia	Napięcie sinusoidalne o częstotliwości równej całkowitej krotności podstawowej częstotliwości napięcia zasilającego. Harmoniczne napięcia mogą być określone indywidualnie, przez ich względną wartość u_h stosunku wartości skutecznych danej harmonicznej U_h do napięcia składowej podstawowej U_1, gdzie h jest rzędem harmonicznej i łącznie, np. przez całkowity współczynnik odkształcenia THD, obliczany zgodnie z następującym wyrażeniem: $u_h = iH D u$ $u_h = \frac{U_h}{U_1}$ $THD_u = \sqrt{\sum_{h=2}^{50} u_h^2}$
Napięcie - napięcie nominalne U_n	Wartość napięcia określająca i identyfikująca sieć elektroenergetyczną, do której odniesione są pewne parametry charakteryzujące jej pracę. Napięcie nominalne określa się w miejscu dostarczania energii elektrycznej.
Napięcie - napięcie robocze U_b	Napięcie przy pracy normalnej, dla określonego czasu, w określonym miejscu sieci np. średnia wartość skuteczna 10 min.
Napięcie - napięcie znamionowe U_zn	Jest to napięcie, na które urządzenia lub instalacje zostały zaprojektowane i zbudowane.
Napięcie - przepięcie dorywcze o częstotliwości sieciowej	Przepięcie w określonym miejscu, o stosunkowo długim czasie trwania (spowodowane zazwyczaj procesami łączeniowymi lub zwarciovymi).
Napięcie - przepięcie przejściowe	Krótkotrwałe przepięcie oscylacyjne lub nieoscylacyjne, zwykle silnie tłumione, trwające kilka milisekund lub krócej (spowodowane zwykle wyładowaniami atmosferycznymi, operacjami łączeniowymi itp.).
Napięcie, przerwa w zasilaniu	Stan, w którym napięcie na złączu sieci elektroenergetycznej jest mniejsze niż 1% napięcia deklarowanego U_c . Przerwy w zasilaniu mogą być sklasyfikowane jako: planowe – gdy odbiorcy są wcześniej poinformowani, mające na celu wykonanie zaplanowanych prac w sieciach rozdzielczych, lub przypadkowe –

	spowodowane np. trwałymi lub przemijającymi zwarciami, związanymi głównie ze zdarzeniami zewnętrznymi, uszkodzeniami urządzeń lub zakłóceniami ich pracy. Przypadkowa przerwa jest klasyfikowana jako: przerwa długa (dłuższa niż 3 minuty) spowodowana trwałym zwarcie, przerwa krótka (do 3 minut) spowodowana zwarcie przemijającym.
Napięcie - wahania napięcia	Seria zmian wartości skutecznej napięcia lub zmiana obwiedni napięcia.
Napięcie - zapad napięcia zasilającego	Nagłe zmniejszenie się napięcia zasilającego do wartości zawartej w przedziale od 90 % do 1 % napięcia deklarowanego U_c , po którym, w krótkim czasie, następuje wzrost napięcia do poprzedniej wartości. Umownie czas trwania zapadu napięcia wynosi od 10 ms do 1 minuty. Głębokość zapadu napięcia definiowana jest jako różnica między minimalną wartością skuteczną napięcia w czasie trwania zapadu napięcia a deklarowanym napięciem zasilania U_c . Zmiany napięcia zasilającego, które nie powodują obniżenia jego wartości poniżej 90 % napięcia deklarowanego U_c , nie są traktowane jako zapady.
Napięcie - zmiana wartości napięcia $\Delta U_{\max}$	<u>Powolna zmiana napięcia</u> : zwiększenie lub zmniejszenie wartości napięcia, spowodowane zazwyczaj zmianą całkowitego obciążenia sieci rozdzielczej lub jej części. <u>Szybka zmiana napięcia</u> : Pojedyncza, szybka zmiana wartości skutecznej napięcia między dwoma kolejnymi jego poziomami, które utrzymują się przez skończony, lecz określony przedział czasu. Zmianę napięcia odnosi się do napięcia roboczego. Przy próbie załączenia zamiast napięcia roboczego przyjmuje się deklarowane napięcie zasilające.
Prąd, prąd znamionowy I_{zn}	Prąd aparatu lub urządzenia, dla którego to urządzenie lub instalacja przewidziane jest zgodnie z normą lub przez producenta do trwałej pracy.
Prąd bierny I_b	Część podstawowej harmonicznej prądu, która nie wpływa na moc czynną. Prądy bierne mają przesunięcie fazowe $\pm 90^\circ$ do napięć fazowych.
Współczynnik udaru prądu podczas załączania $K_{l\max}$	Stosunek największego prądu, występującego podczas załączania do prądu znamionowego generatorów I_{nG} .
Zwarcie - kąt impedancji sieci ψ_k	Arcustangens stosunku z reaktancji X_k do rezystancji R_k impedancji zwarcia w k-tym punkcie sieciowym, $\psi_k = \arctan (X_k / R_k)$.
Zwarcie - moc zwarcia obliczeniowa S''_k	Początkowa moc zwarcia prądu zmiennego mająca wpływ na obliczenia wytrzymałości zwarcia wyznaczana z zależności: $S''_k = \sqrt{3} \times U_n \times I''_k$
Zwarcie - moc zwarcia sieci S''_{kP}	Moc zwarcia po stronie sieci bez udziału dołączonej jednostki wytwórczej.
Zwarcie - prąd zwarcia I''_k	Początkowy zmienny prąd zwarcia zgodnie z PN-EN 60909-0.

2. Podstawa opracowania dokumentu

Podstawę opracowania niniejszego dokumentu stanowi zapis art. 7 ust. 8e ustawy Prawo energetyczne, mówiący o obowiązku sporządzania przez przedsiębiorstwo energetyczne, zajmujące się dystrybucją energii elektrycznej, ekspertyz wpływu na system elektroenergetyczny:

- jednostek wytwórczych,
- magazynów energii elektrycznej,
- jednostki wytwórczej, której część będzie stanowił magazyn energii elektrycznej,
- OSDn do której przyłączono lub planowane jest przyłączenie źródeł wytwórczych i/lub magazynów energii elektrycznej (dalej również: OSDn),

o łącznej mocy zainstalowanej powyżej 2 MW (dalej również: obiekty), przyłączanych bezpośrednio do sieci o napięciu wyższym niż 1 kV.

3. Cel opracowania dokumentu

Dla zabezpieczenia skutecznej i obiektywnej realizacji obowiązku ustawowego, opracowano niniejszy dokument, mający **na celu jednoznaczne określenie kryteriów technicznych** dla oceny możliwości przyłączenia obiektów do sieci dystrybucyjnej średniego napięcia (dalej również: sieci SN) OSDp.

Kryteria te stosowane są przy wykonywaniu ekspertyz, w ramach których dokonywana jest ocena możliwości technicznych przyłączenia obiektów do sieci SN, z uwzględnieniem inwestycji przewidzianych do realizacji zgodne z obowiązującym lub projektowanym Planem Rozwoju Spółki i/lub Planem Inwestycyjnym Spółki.

Wyniki ekspertyzy stanowią podstawę do oceny istnienia technicznych warunków przyłączenia.

4. Przeznaczenie dokumentu

Niniejszy dokument określa zasady oraz kryteria techniczne służące ocenie możliwości przyłączenia obiektów do sieci SN. Niniejsze zasady i kryteria stosowane są we wszystkich przypadkach przyłączania obiektów do sieci SN. OSDp może zdecydować, że ekspertyza może być wykonywana dla każdego źródła wytwórczego, magazynu energii elektrycznej, OSDn bez względu na wartość mocy przyłączeniowej.

Zasady opisane w niniejszym dokumencie **nie dotyczą oceny możliwości przyłączenia mikroinstalacji** do sieci dystrybucyjnej średniego napięcia, dla których ekspertyz nie sporządza się.

5. Podstawowe założenia wykonania ekspertyz

Podstawowe założenia przyjmowane przy opracowywaniu ekspertyz w zakresie: roku obliczeniowego, charakterystycznych stanów obciążenia, topologii sieci, mapy generacji źródeł wytwórczych, magazynów energii elektrycznej, OSDn oraz układu pracy sieci zostały wyszczególnione i omówione w tabeli 1.

Tabela 1. Podstawowe założenia przyjmowane przy opracowywaniu ekspertyz

Rok obliczeniowy	Końcowy rok obowiązującego Planu Rozwoju Spółki lub projektu Planu Rozwoju Spółki.
Węzeł bilansowy WN/SN	Przez węzeł bilansowy WN/SN w GPZ należy rozumieć szyny każdej sekcji rozdzielni SN przy otwartym łączniku szyn SN lub szyny sekcji rozdzielni SN z zamkniętym łącznikiem szyn SN zasilanym jednym transformatorem. Powyższe wynika z aktualnego układu normalnego pracy sieci WN na okres wiosenno-letni.
Zapotrzebowanie na moc minimalną w węźle bilansowym SN na rok obliczeniowy	Zapotrzebowanie na moc minimalną na rok obliczeniowy w węźle bilansowym WN/SN określa OSDp. Jednocześnie przyjmuje sposób wyznaczenia minimalnego zapotrzebowania np. na podstawie danych pomiarowych z systemów w kolejności: SCOME, SCADA oraz ORIGAMI, wyników pomiarów w charakterystycznych dniach pomiarowych, średniego minimalnego obciążenia transformatorów WN/SN itp. W zapotrzebowaniu na moc w węźle bilansowym WN/SN uwzględnia się moc odbiorców końcowych: a) przyłączonych do sieci przed datą procedowania rozpatrywanego wniosku o przyłączenie obiektów, b) z zawartymi umowami o przyłączenie (dotyczy wyłącznie odbiorców końcowych zakwalifikowanych do III grupy przyłączeniowej o mocy przyłączeniowej równej lub większej 500 kW i nie będące zespołami budownictwa mieszkaniowego oraz zespołami mieszkalno-usługowymi).
Mapa generacji	W mapie generacji należy odwzorować przyłączone i planowane do przyłączenia następujące obiekty zakwalifikowane do III grupy przyłączeniowej : a) przyłączone, b) z zawartymi umowami o przyłączenie, c) z orzeczonymi przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki umowami o przyłączenie, d) z wydanymi i ważnymi warunkami przyłączenia, e) dla których wnioski o warunki przyłączenia procedowane są w trybie art. 7 ust. 9 Ustawy Prawo energetyczne, f) jeżeli w obszarze analizowanego węzła SN istnieje duża generacja z mikroinstalacji, OSDp może podjąć decyzję o jej uwzględnieniu w mapie generacji.
Poziom mocy wprowadzanej do sieci SN	Poziom mocy wprowadzonej do sieci SN z obiektów przyłączonych i planowanych do przyłączenia może uwzględniać wskaźniki korekcyjne. Wskaźniki te określa OSDp.

Uwagi:

- 1) Mapa generacji nie obejmuje przyłączonych i planowanych do przyłączenia małych instalacji i mikroinstalacji (może obejmować tylko w wyjątkowych sytuacjach na podstawie decyzji OSDp).
- 2) Mapa generacji nie obejmuje obiektów, dla których wydano warunki przyłączenia i które straciły ważność z wyłączeniem tych, dla których zostało wszczęte postępowanie administracyjne przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki.
- 3) Mapa generacji nie obejmuje obiektów dla których wydano odmowy wydania warunków przyłączenia na podstawie art. 7 ust. 1 ustawy Prawo energetyczne, odmówiono wydania warunków przyłączenia z powodów ekonomicznych lub technicznych lub techniczno-ekonomicznych, z zastrzeżeniem pkt 4) poniżej.

- 4) Obiekty, o których mowa w pkt 3) powyżej, ujmowane są w przypadku, gdy Inwestor podjął rozmowy dotyczące uzgodnienia przyłączenia obiektu na podstawie art. 7 ust. 9 ustawy Prawo energetyczne lub po wydaniu odmowy powstał spór, w tym wszczęte zostało postępowanie administracyjne przed Prezesem Urzędu Regulacji Energetyki.
- 5) Obliczenia o których mowa w niniejszym opracowaniu sporządza się dla układu normalnego pracy sieci WN i stacji transformatorowych WN/SN, zgodnie z dokumentem sporządzanym przez Centralną Dyspozycję Mocy ENEA Operator sp. z o.o. dla okresu wiosenno-letniego. Tym samym nie przeprowadza się obliczeń dla stanu awaryjnego (n-1) stacji transformatorowej WN/SN, np. dla stacji dwutransformatorowej 110 kV/SN wyłączona jedna jednostka transformatorowa WN/SN.
- 6) Dopuszcza się przyjęcie do obliczeń innego układu pracy sieci SN i stacji transformatorowych WN/SN niż wynika z dokumentu sporządzonego przez Centralną Dyspozycję Mocy ENEA Operator sp. z o.o. dla okresu wiosenno-letniego decyzję w tym zakresie podejmuje DR.

6. Kryteria techniczne oceny możliwości przyłączenia obiektów do sieci dystrybucyjnej SN

6.1. Spełnienie standardów jakości energii elektrycznej

6.1.1. Przedmiotowy zakres kryterium

W zakresie spełnienia standardów jakości energii elektrycznej, przy przyłączeniu obiektów do sieci SN, badania obejmują analizę wpływu na:

- odkształcenia napięcia,
- wahania napięcia tj.:
 - ✓ migotanie światła,
 - ✓ zmiany napięcia wskutek procesu łączeniowego.

6.1.2. Szczegółowy zakres przeprowadzanej analizy

A. Ocena odkształceń napięcia

W celu oceny jakości energii elektrycznej w miejscu przyłączenia (PCC), obliczenia przeprowadza się w zakresie:

- obecności harmonicznym napięcia (o rzędach od 2 do 50) – współczynnik **iHDu**, wzór (1),
- całkowitego współczynnika odkształcenia napięcia **THDu**, wzór (2).

W przypadku rozpatrywania przyłączenia obiektu w głębi sieci SN (do linii napowietrznej, linii kablowej lub do rozdzielni sieciowej SN/nn) obliczenia powyższe wykonuje się dla punktu przyłączenia PCC, a także dla szyn SN węzła bilansowego WN/SN.

W obliczeniach uwzględnia się:

- moce przyłączonych i planowanych do przyłączenia obiektów w sieci WN (tzw. „obiekty zewnętrzne” analizowanego węzła bilansowego WN/SN),
- moce przyłączonych i planowanych do przyłączenia obiektów po stronie SN rozpatrywanego węzła bilansowego WN/SN,
- konfigurację sieci dystrybucyjnej WN w bezpośrednim sąsiedztwie analizowanego węzła bilansowego WN/SN oraz sieci SN zasilanej z rozpatrywanego węzła bilansowego WN/SN,
- emisję harmonicznym i interharmonicznym przez przyłączone i planowane do przyłączenia obiekty.

Obecność harmonicznym napięcia (współczynnik odkształcenia indywidualnej harmonicznym napięcia rzędu h) w PCC o rzędach od 2 do 50 wyznacza się w stosunku do harmonicznym podstawowej (współczynnik iHDu):

$$iHDu = u_h \quad u_h = \frac{U_h}{U_1} \quad (1)$$

gdzie:

- u_h - względna wartość stosunku wartości skutecznych danej harmonicznym U_h do napięcia składowej podstawowej U_1 ,
- U_h - wartość skuteczna danej harmonicznym napięcia,
- U_1 - wartość skuteczna harmonicznym podstawowej napięcia.

Natomiast całkowity współczynnik odkształcenia napięcia określa zależność:

$$THDu = \sqrt{\sum_{h=2}^{50} u_h^2} \quad (2)$$

B. Ocena wahań napięcia

Przy ocenie wahań napięcia w miejscu przyłączenia określone są, **tylko dla farm wiatrowych (FW)**, następujące charakterystyczne wielkości zgodnie z normą PN-EN 61400-21:

- wskaźnik migotania światła P_{st} , P_{lt} , przy pracy ciągłej, wzór (3),
- wskaźnik migotania światła P_{st} , P_{lt} , z uwzględnieniem wpływu procesów łączeniowych, wzory (4) i (5),
- względna zmiana napięcia „d” wskutek procesu łączeniowego **pojedynczej** elektrowni wiatrowej, wzór (6),

□ przy pracy ciągłej:

$$P_{st\Sigma} = P_{lt\Sigma} = \frac{1}{S_{kP}''} \sqrt{\sum_{i=1}^{N_{wt}} (c_i(\Psi_k, v_a) \cdot S_{nG,i})^2} \quad (3)$$

□ przy procesach łączeniowych:

$$P_{st\Sigma} = \frac{18}{S_{kP}''} \cdot \left[\sum_{i=1}^{N_{wt}} N_{10,i} \cdot (k_{f,i}(\Psi_k) \cdot S_{nG,i})^{3,2} \right]^{0,31} \quad (4)$$

$$P_{lt\Sigma} = \frac{8}{S_{kP}''} \cdot \left[\sum_{i=1}^{N_{wt}} N_{120,i} \cdot (k_{f,i}(\Psi_k) \cdot S_{nG,i})^{3,2} \right]^{0,31} \quad (5)$$

$$d = 100 \cdot k_u(\Psi_k) \cdot \frac{S_{nG}}{S_{kP}''} \quad [\%] \quad (6)$$

na podstawie następujących danych zawartych w raportach z badań jakości energii generowanej przez elektrownie wiatrowe:

- $c_i(\Psi_k, v_a)$ - wskaźnika migotania światła z pojedynczej elektrowni wiatrowej przy danym kącie fazowym Ψ_k impedancji sieci w miejscu przyłączenia oraz danej średniorocznej szybkości wiatru v_a w miejscu przyłączenia elektrowni,
- $N_{10,i}; N_{120,i}$ - liczby łączy dla pojedynczej elektrowni wiatrowej występujących odpowiednio w ciągu 10 minut i 2 godzin,
- $k_{f,i}(\Psi_k)$ - skokowego wskaźnika migotania światła dla pojedynczej elektrowni wiatrowej,
- $k_u(\Psi_k)$ - wskaźnika zmian napięcia elektrowni wiatrowej przy danym kącie fazowym Ψ_k impedancji sieci w miejscu przyłączenia,

oraz

$S_{nG,i}$ - znamionowej mocy pozornej pojedynczej elektrowni wiatrowej,

S_{kP}'' - mocy zwarciowej minimalnej w PCC,

N_{wt} - liczby zespołów wiatrowych podłączonych w PCC.

Uwagi:

1. Do wykonania obliczeń konieczne są dane zawarte w aktualnych, dostarczanych przez wnioskodawcę, *Raportach z badań jakości źródeł energii* (certyfikatach z badań jakości energii) zgodnych z wymaganiami norm: PN-EN 61400-21, EN 61000-3-12, EN 61000-6-2.
2. W przypadku braku powyższych raportów przyjmuje się, że maksymalne wartości zostaną określone na podstawie danych zawartych w dostępnych publikacjach naukowych.
3. Zespoły wytwórcze mieszane (hybrydowe) rozpatruje się jako superpozycję oddziaływań poszczególnych części składowych zespołu z uwzględnieniem ich udziałów mocyowych.

6.1.3. Ocena wyników przeprowadzanej analizy standardów jakości energii

Uznaje się, że kryterium jest spełnione, gdy wyznaczone dla analizowanego węzła bilansowego WN/SN, wartości następujących wielkości spełniają w węźle bilansowym WN/SN i w PCC (jeżeli obiekt jest w głębi sieci SN) poniższe nierówności (7), (8), (9) i (10):

a. całkowitego współczynnika odkształcenia napięcia:

$$\text{THD}_u \leq 4\%, \quad (7)$$

b. współczynnik odkształcenia indywidualnych harmoniczných napięcia:

$$\text{iHD}_u \leq 1,5\%, \quad (8)$$

c. wskaźniki krótkookresowego i długookresowego migotania światła:

$$P_{st} \leq 0,45 \text{ i } P_{lt} \leq 0,35, \quad (9)$$

d. względną zmianę napięcia wskutek procesu łączeniowego pojedynczej elektrowni wiatrowej;

$$d \leq 2,5\%. \quad (10)$$

W przypadku **braku spełnienia** jednej z powyższych nierówności, wniosek kwalifikowany jest do odmowy wydania warunków przyłączenia z powodu braku warunków technicznych.

Uwagi:

1. Ponieważ do szyn węzła bilansowego WN/SN mogą być przyłączone jednocześnie różne rodzaje źródeł np. FW, EPV, EB przyjęto, że wartości THD_u , iHD_u , P_{st} , P_{lt} podane dla FW (zgodnie z zał.1. IRiESD obowiązujących od 01 stycznia 2014 r.), obowiązują dla wszystkich źródeł wytwórczych.
2. Aktualne IRiESD podaje, że w przypadku, gdy zakłócenia napięcia spowodowane pracą farmy wiatrowej mają charakter powtarzający się, zakres jednorazowej szybkiej zmiany wartości skutecznej napięcia nie może przekraczać 2,5 % dla częstości do 10 zakłóceń na godzinę i 1,5 % dla częstości do 100 zakłóceń na godzinę. Wymagania powyższe dotyczą również przypadków rozruchu i wyłączeń wiatrowych jednostek wytwórczych.
3. Możliwe jest przekroczenie dopuszczalnej wartości współczynnika odkształcenia indywidualnych harmoniczných napięcia, ale nieprzekraczającej wartości $\text{iHD}_u = 2,5\%$ w sytuacji, gdy $\text{THD}_u \leq 4\%$.
4. **Odstępuje się od przeprowadzenia analizy opisanej w pkt. 6.1.2. i 6.1.3 w przypadku, gdy dla planowanego urządzenia wytwórczego certyfikat jest ujęty w „Wykazie certyfikowanych urządzeń” prowadzonym przez PTPIREE.**

6.2. Spełnienie warunków zwarciovych

6.2.1. Przedmiotowy zakres kryterium

W zakresie spełnienia warunków zwarciovych obliczenia przeprowadza się w celu sprawdzenia:

- zdolności elementów sieci (linii napowietrznych i kablowych SN) do bezpiecznego przeniesienia cieplnych obciążeń zwarciovych do czasu skutecznego wyłączenia zwarcia, określonego nastawami czasowymi zabezpieczeń, czasami własnymi zabezpieczeń oraz czasami wyłączenia zwarcia wyłączników,
- zdolności wyłączeniowej aparatury zainstalowanej w polach rozdzielni SN węzła bilansowego WN/SN.

6.2.2. Szczegółowy zakres przeprowadzanej analizy

A. Założenia przy wyznaczeniu wartości mocy zwarciovych w węźle bilansowym WN/SN

Dla potrzeb wyznaczenia wartości mocy zwarciovych węzła bilansowego WN/SN przyjmuje się następujące założenia i dane wejściowe:

- ☐ moc zwarciovą na szynach zbiorczych rozdzielni WN określana jest na podstawie aktualnych danych dla układów normalnych przekazywanych cyklicznie przez PSE S.A., z uwzględnieniem zmian w układzie pracy sieci jakie mogą wystąpić w związku z realizacją obowiązującego lub projektu Planu Rozwoju Spółki,
- ☐ dla określenia mogących wystąpić wartości maksymalnych mocy zwarciovych po stronie WN przyjmuje się, zgodnie z rysunkiem 1, iż wszystkie linie WN wprowadzone do stacji transformatorowej WN/SN oraz łącznik szyn są załączone,
- ☐ dla potrzeb obliczenia wartości minimalnych mocy zwarciovych po stronie WN przyjmuje się, zgodnie z rysunkiem 2 stan z załączoną jedną linią WN o najmniejszym udziale mocy zwarciovowej,
- ☐ w przypadku, gdy w obliczeniach o których mowa wyżej nie uwzględniono źródeł wytwórczych wskazanych w tabeli nr 1 w obrębie rozpatrywanej stacji transformatorowej WN/SN, wyznacza się dodatkowy udział mocy zwarciovowej zwiększający jej poziom wynikający z tych źródeł,
- ☐ w przypadku braku danych w zakresie parametrów technicznych źródeł wytwórczych ich udział w mocy zwarciovowej należy wyznaczyć na podstawie danych zawartych w załączniku do niniejszego opracowania.

UWAGI:

1. W celach obliczeniowych, dla transformatorów łączących obiekt z miejscem przyłączenia, co do których brak jest danych, należy przyjąć napięcie zwarcia równe 6%.
2. W przypadku, gdy miejscem przyłączenia badanego obiektu jest sieć SN tj. linia napowietrzna, linia kablowa lub rozdzielnia sieciowa SN/nn, a OSDp uzna to za konieczne obliczenia zwarciove wykonuje się zarówno dla PCC, jak i dla szyn węzła bilansowego WN/SN.

3. Obliczenia zwarciove wykonuje się dla elementów liniowych i węzła bilansowego WN/SN.
4. Zespoły wytwórcze mieszane (hybrydowe) rozpatruje się jako superpozycję oddziaływań poszczególnych części składowych zespołu z uwzględnieniem ich udziałów mocowych.

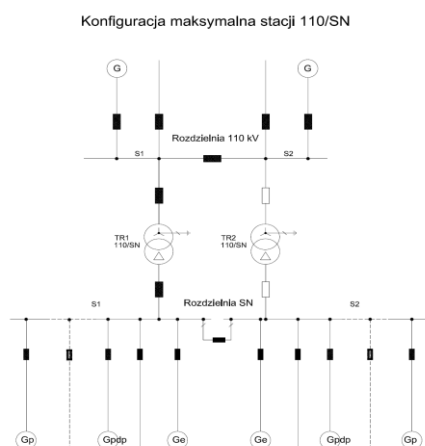
B. Badanie odporności elementów liniowych sieci SN na zakłócenia zwarciove

Badaniami obejmuje się wszystkie linie wyprowadzone z rozpatrywanego węzła bilansowego WN/SN (ciągi główne bez odgałęzienia) na odcinku do 3 km licząc od badanego węzła bilansowego WN/SN. Obliczenia wykonuje się z uwzględnieniem obiektów ujętych w mapie generacji.

W zakresie wyznaczania wartości wielkości zwarciowych na szynach SN w stacjach transformatorowych WN/SN przyjęto, że wartości te wyznacza się dla dwóch konfiguracji tj.: maksymalnej i minimalnej, zgodnie z poniższym opisem.

Rys. 1. Konfiguracja maksymalna

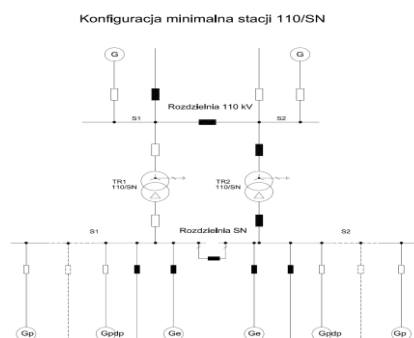
Dla wyznaczenia maksymalnego poziomu mocy zwarciowej na szynach SN przyjmuje się:



- wszystkie linie WN wprowadzone do stacji transformatorowej WN/SN oraz łącznik sekcyjny WN są załączone,
- układ n-1 pracy stacji transformatorowej WN/SN, pracuje jeden transformator WN/SN mający największy wpływ na wartość mocy zwarciowej po stronie SN (najmniejszą impedancję dla składowej symetrycznej zgodnej);
- załączony łącznik sekcyjny SN.

Rys. 2 . Konfiguracja minimalna

Dla wyznaczenia minimalnego poziomu mocy zwarciowej na szynach SN przyjmuje się:



- załączona jedna linia WN o najmniejszym udziale mocy zwarciowej,
- układ n-1 pracy stacji transformatorowej WN/SN, pracuje jeden transformator WN/SN mający najmniejszy wpływ na wartość mocy zwarciowej po stronie SN (największą impedancję dla składowej symetrycznej zgodnej);
- załączony łącznik sekcyjny SN.

Dopuszczalne oddziaływanie cieplne dla elementów liniowych sieci SN (linii napowietrznych i kablowych) przyjęto jako dopuszczalne wartości maksymalnego początkowego prądu zwarciovego, wyznaczanego dla typowych czasów likwidacji zwarć i 1-s. dopuszczalnego cieplnego prądu zwarciovego. Wartości te określone są przy założeniu, że temperatura obiektu w chwili zwarcia jest równa dopuszczalnej temperaturze długotrwałej z uwzględnieniem temperatury otoczenia w obszarze nasłonecznionym lub temperatury gruntu w okresie letnim. Powyższe wartości podawane są w katalogach producentów kabli i przewodów.

W obliczeniach przyjmuje się czasy nastaw zabezpieczeń zgodnie z dokumentacją techniczną OSDp. **W przypadku braku takich informacji przyjmuje się czasy średnie określone przez OSDp tj. 0,45 s.** W zakresie automatyki SPZ przyjmuje się jej blokadę od zabezpieczenia zwarciovego.

C. Badania zdolności wyłączeniowej aparatury zainstalowanej w polach SN węzła bilansowego WN/SN

Zdolność wyłączeniowa aparatury łączeniowej określana jest na podstawie parametrów wyłączników zgodnie z dokumentacją techniczną OSDp. Prąd wyłączalny zwarciovym aparatury musi być większy niż maksymalny prąd zwarciovym wyłączeniowy symetryczny na szynach węzła bilansowego WN/SN, po uwzględnieniu udziału obiektów wskazanych w mapie generacji.

6.2.3. Ocena wyników przeprowadzanej analizy warunków zwarciovych

W przypadkach dla których zachodzić będzie konieczność przeprowadzenia **prac inwestycyjnych związanych** z dostosowaniem wytrzymałości pracujących urządzeń i instalacji do nowych parametrów zwarciovych wykraczających poza zakres przewidziany w obowiązującym lub projekcie Planu Rozwoju Spółki, wówczas przed zawarciem umowy o przyłączenie dla analizowanego obiektu należy ponownie przeprowadzić analizę zwarciovą z uwzględnieniem aktualnej mapy generacji.

6.3. Spełnienie dopuszczalnych zmian napięcia

6.3.1. Przedmiotowy zakres kryterium

W zakresie zmian napięcia, przy uwzględnieniu obiektów przyłączonych i planowanych do przyłączenia do sieci SN, badania obejmują analizę wpływu przyłączenia obiektów na:

- zmiany napięcia w miejscu przyłączenia PCC spowodowane pracą obiektów w zakresie niedopuszczalnych wolnych zmian napięcia,
- załączenia lub wyłączenia obiektów w zakresie niedopuszczalnych szybkich zmian napięcia.

6.3.2. Szczegółowy zakres przeprowadzanej analizy

A. Dopuszczalne zmiany napięcia w sieci SN

Rozpatruje się dwa przypadki przyłączenia obiektów:

1. Bezpośrednio do szyn rozdzielni węzła bilansowego WN/SN za pomocą abonenckiej linii SN,
2. W głębi ciągów liniowych SN wychodzących z rozdzielni węzła bilansowego WN/SN.

Ad.1. W pierwszym przypadku zakłada się, że napięcie na szynach rozdzielni SN węzła bilansowego WN/SN po przyłączeniu obiektu, powinno zmieniać się **tylko w zakresie jednego stopnia (zaczepu) regulacji transformatora WN/SN.**

Zmianę statyczną napięcia Δu_a na szynach rozdzielni węzła bilansowego WN/SN wyznacza się dla dwóch stanów pracy sieci: z pracującym obiektem (-ami) oraz dla stanu bez obiektu/ów. W obliczeniach bierze się pod uwagę obiekty o dużej zmienności generacji tj. FW i EPV. Różnica napięć w PCC dla tych dwóch stanów jest szukaną zmianą napięcia Δu_a .

Uwagi:

1. Dla transformatorów o mocach 10-40 MVA, o standardowych przekładniach znamionowych 115/16,5 kV, wyposażonych w standardowe przełączniki zaczepów ($\pm 10\%$ zmian napięcia i ± 8 stopniową przekładnię zaczepów) przy dopuszczalnych zmianach napięcia dla węzłów odbiorczych w sieci 110 kV zmiany napięcia po stronie SN w ramach jednego stopnia są na poziomie 170-220 V. Szerokość strefy martwej ustawia się o 20-40 % większą od napięcia przypadającego na zaczep regulacyjny transformatora tj. **maksymalnie rzędu 300 V**. Nastawy czasowe ARN mają charakterystykę zależną w zakresie 10-180 s.
2. Podana wartość zmian napięcia na jeden stopień regulacji przekładni, przy większych mocach generacji może być dotrzymana wtedy, kiedy współczynnik mocy przyłączanego obiektu jest równy $\cos \varphi \approx 1$. Wtedy straty napięcia występują tylko na rezystancyjnej części impedancji zwarcia, powodując małe zmiany napięcia.
3. Udział obiektu w kompensacji mocy biernej zarówno indukcyjnej jak i pojemnościowej może powodować zmiany napięcia w zakresie większym niż 300 V. Powyższe wynika ze strat napięcia na reaktancyjnej części impedancji zwarcia. Może to powodować już częstą pracę przełącznika zaczepów na transformatorze WN/SN. Decyzję o udziale obiektów przyłączonych do szyn rozdzielni węzła bilansowego WN/SN w kompensacji mocy biernej podejmuje OSDp.
4. Jeżeli planowany obiekt ma być przyłączony abonencką linią do pola rozdzielni węzła bilansowego WN/SN **analiza napięciowa, w sensie możliwości wyprowadzenia mocy przyłączeniowej do sieci OSDp**, spoczywa na projektancie obiektu. Należy to **wyraźnie zaznaczyć przy wydawaniu warunków przyłączenia** podając jedynie napięcia utrzymywane przez ARN dla doliny i szczytu obciążenia sekcji, do której planowane jest przyłączenie. W takim przypadku projektant obiektu ma obowiązek prawidłowego doboru linii zasilającej oraz odpowiedniego doboru parametrów transformatora SN/nn, a także wyboru generatora z odpowiednim zakresem regulacji.

Ad.2. W drugim przypadku rozpatrywanego przyłączenia obiektu bezpośrednio do sieci SN tj. do linii napowietrznych lub kablowych oraz rozdzielni sieciowych SN/nn kryterium napięciowe opiera się **o analizę poziomu napięcia** w rozpatrywanym ciągu SN w celu **umożliwienia wyprowadzenia pełnej** mocy z planowanego do przyłączenia obiektu. Analiza obejmuje również wpływ przyłączenia rozpatrywanego obiektu na odbiorców przyłączonych do przedmiotowego ciągu liniowego SN oraz na pracę przyłączonych i/lub planowanych do przyłączenia innych obiektów ze względu na poziomy napięcie.

Uwagi:

1. Warunkiem przyłączenia planowanego **obektu w linii SN należącej do OSDp** jest maksymalna, dopuszczalna wartość górnego poziomu napięcia dla każdego węzła w głębi ciągu - $\leq \pm 10\% U_n$ sieci SN.
2. Do obliczeń należy przyjąć obciążenie badanego ciągu liniowego jako średnie obciążenie z okresu od początku maja do końca września.

B. Dopuszczalne zmiany napięcia przy nagłym odłączeniu i załączeniu obiektów

Przyjmuje się, że zmiany napięcia powstałe w punktach przyłączenia PCC przy nagłym odłączeniu lub załączeniu obiektów nie prowadzą do niedopuszczalnych oddziaływań na sieć.

Analizę wykonuje się metodą symulacyjną na przygotowanym modelu analizowanej sieci. Przy nagłym, **głównie odłączeniu** jednego lub równocześnie wielu obiektów w jednym punkcie przyłączenia (PCC) do sieci, zmiana napięcia w każdym punkcie sieci powinna być ograniczona do $d_d \leq 3\%$. Bierze się przy tym pod uwagę wszystkie obiekty (w tym EB charakteryzujące się małą zmiennością generacji), które mogą zostać odłączone z pracy bądź też wyłączone jednocześnie wskutek zadziałania np. zabezpieczeń.

6.3.3. Ocena wyników przeprowadzanej analizy dopuszczalnych zmian napięcia

Uznaje się, że kryterium napięciowe jest spełnione, gdy :

- a. Zmiany napięcia na szynach rozdzielni węzła bilansowego WN/SN, powodowane przez obiekty o dużej zmienności generacji (FW,EPV) wskazane w mapie generacji przyłączone do szyn rozdzielni węzła bilansowego WN/SN, w stosunku do napięcia w sieci pracującej bez tych obiektów:

$$\Delta u_a \leq 2\%, \quad (11)$$

- b. Wartość napięcia dla każdego węzła ciągu liniowego SN, dla obiektów przyłączonych i przyłączanych w głębi przedmiotowego ciągu, nie przekroczy $\pm 10\% U_n$ sieci.
- c. Zmiany napięcia spowodowane nagłym odłączeniem lub załączeniem całych lub funkcjonalnych części obiektów (farmy, elektrowni):

$$d_d \leq 3\%. \quad (12)$$

Brak spełnienia kryterium zmian napięcia w przypadku przyłączenia obiektu bezpośrednio do sieci SN, tj. do linii napowietrznych lub kablowych oraz rozdzielni sieciowych SN/nn na

podstawie **analizy poziomu napięcia** w rozpatrywanym ciągu SN w celu **umożliwienia wyprowadzenia pełnej** mocy z planowanego do przyłączenia obiektu kwalifikuje wniosek do odmowy wydania warunków przyłączenia.

Uwaga:

Obowiązujące IRIESD stanowią, że farma wiatrowa nie powinna powodować nagłych zmian i skoków napięcia przekraczających 3 %. Powyższe wartości graniczne przyjmuje się również dla oceny dopuszczalnych nagłych zmian napięcia dla pozostałych typów źródeł wytwórczych.

6.4. Spełnienie zapasu mocy w węźle bilansowym WN/SN

6.4.1. Przedmiotowy zakres kryterium

W zakresie spełnienia kryterium zapasu mocy w węźle bilansowym WN/SN porównuje się moc czynną pracującej jednostki transformatorowej WN/SN (zainstalowanej lub planowanej do zainstalowania na podstawie obowiązującego lub projektu Planu Rozwoju Spółki i/lub Planu Inwestycyjnego Spółki) zasilającej dany węzeł bilansowy WN/SN powiększoną o minimalne obciążenie mocą czynną analizowanego węzła bilansowego WN/SN $P_{\text{min_obciążenie_węzła_SN}}$, wyznaczone przez OSDp oraz łączną moc przyłączeniową planowanych odbiorców końcowych dla których zawarto umowy o przyłączenie i zostali zakwalifikowani do III grupy przyłączeniowej, a ich moc przyłączeniowa jest równa lub większa 500 kW, (obiekty te nie stanowią zespołów budownictwa mieszkaniowego lub zespołów mieszkaniowo-usługowych), z sumą mocy czynną obiektów przyłączonych po dacie określenia minimalnego obciążenia węzła bilansowego WN/SN i mocą przyłączeniową planowanych do przyłączenia do sieci SN zasilanej z analizowanego węzła bilansowego WN/SN oraz mocą przyłączeniową analizowanego obiektu. W zakresie mocy przyłączeniowej odbiorców końcowych oraz mocy przyłączeniowej obiektów, mogą zostać zastosowane współczynniki korygujące, których wartość określa OSDp. Natomiast w zakresie obiektów przyłączonych po dacie określenia minimalnego obciążenia węzła bilansowego WN/SN należy do obliczeń przyjąć moc umowną obiektu zgodnie z zawartą umową o świadczenie usług dystrybucji energii elektrycznej.

6.4.2. Szczegółowy zakres przeprowadzanej oceny

Oceny dokonuje się zakładając, że długotrwały stopień obciążenia transformatora WN/SN nie może przekroczyć 100% jego mocy znamionowej. Wówczas maksymalna moc czynna obiektów przyłączonych i planowanych do przyłączenia do węzła bilansowego WN/SN nie może być większa od mocy znamionowej pozornej pracującego transformatora zasilającego badany węzeł bilansowy WN/SN dla letniego układu normalnego pracy stacji transformatorowej WN/SN (pomniejszonej o założony $\cos \varphi$ odbioru oraz współczynnik korygujący k_1 uwzględniający techniczne możliwości transformatora w zakresie przepływu mocy ze strony SN do WN oraz stanów pracy stacji transformatorowych WN/SN – stany n-1) oraz minimalnego obciążenia mocą czynną węzła bilansowego WN/SN określonego przez OSDp i łącznej mocy przyłączeniowej planowanych odbiorców końcowych dla których zawarto umowy o przyłączenie, którzy zostali zakwalifikowani do III grupy przyłączeniowej, a ich moc przyłączeniowa jest równa lub większa 500 kW (obiekty te nie stanowią zespołów budownictwa mieszkaniowego i zespołów mieszkalno-usługowych).

Założenia do obliczeń

Mapa generacji uwzględnia moc obiektów:

- przyłączonych po dacie określenia minimalnego obciążenia węzła bilansowego WN/SN,
- przyłączonych (po dacie określenia minimalnego obciążenia węzła bilansowego WN/SN) i planowanych do przyłączenia do instalacji odbiorczych dla których moc przyłączeniowa jest większa niż moc umowna danego odbiorcy końcowego;
- planowanych do przyłączenia na podstawie ważnych warunków przyłączenia. Ze względu, że tylko dla części warunków przyłączenia inwestorzy zawierają umowy o przyłączenie przyjęto, że moc przyłączeniowa obiektów planowanych do przyłączenia podlegać będzie umniejszeniu poprzez współczynnik korygujący k_2 , którego wartość określa OSDp na podstawie corocznej analizy w tym zakresie;
- planowanych do przyłączenia na podstawie zawartych umów o przyłączenie;
- dla których wnioski są w trakcie procedowania, a wniosek został złożony przed wnioskiem badanego obiektu;
- dla których po udzielonej odmowie określenia warunków przyłączenia zostało wszczęte przez Prezesa URE postępowanie administracyjne lub zostały rozpoczęte rozmowy w trybie art. 7 ust. 9 ustawy Prawo energetyczne wówczas obiekt/ty ten/te będzie/będą uwzględniany/ne;
- OSDn dla których OSDp określiła warunki połączenia – dotyczy przypadku, gdy analizowany jest wpływ przyłączenia OSDn;
- źródeł oraz magazynów energii elektrycznej dla których OSDn określiła warunki przyłączenia, a OSDp je uzgodniła;
- badanego obiektu.

Mapa generacji nie uwzględnia mocy obiektów:

- przyłączonych przed datą określenia minimalnego obciążenia węzła bilansowego WN/SN;
- przyłączonych (po dacie określenia minimalnego obciążenia węzła bilansowego WN/SN) i planowanych do przyłączenia do instalacji odbiorczych dla których moc przyłączeniowa nie jest większa niż moc umowna odbiorcy pod warunkiem, że zgodnie z zapisami warunków przyłączenia, umowy o przyłączenie oraz umowy o oświadczenie usług dystrybucji energii elektrycznej, źródła nie może wprowadzać energii generowanej do sieci dystrybucyjnej ENEA Operator;
- OSDn dla których OSDp określiła warunki połączenia – dotyczy przypadku, gdy analizowany jest wpływ przyłączenia źródła wytwórczego lub magazynu energii elektrycznej;
- mikroinstalacji przyłączonych do sieci niskiego napięcia zasilanej z badanego węzła bilansowego WN/SN.

Dla obiektów przyłączonych po dacie określenia minimalnego obciążenia węzła bilansowego WN/SN oraz obiektów planowanych do przyłączenia należy zastosować współczynnik korygujący k_3 uwzględniający:

- poziom maksymalnej generowanej mocy w odniesieniu do mocy przyłączeniowej,
- jednoczesność pracy każdego rodzaju źródła,
- współzależność pracy różnych rodzajów źródeł,

- krzywą pracy badanego źródła w doniesieniu do krzywej dobowego obciążenia przez odbiorców końcowych.

Dla powyższych zmiennych wartość współczynnika k_3 określa OSDp z podziałem na obiekty o dużej zmienności generacji (EPV i FW) i pozostałe tj. obiekty stabilne tzn. o małej zmienności generacji. Wartość ww. współczynnika określa OSDp na podstawie corocznej analizy w tym zakresie.

Do źródeł **stabilnych** tj. o małej zmienności generacji, zaliczamy:

- magazyny energii,
- elektrociepłownie,
- elektrownie wykorzystujące do wytwarzania energii elektrycznej:
 - biogaz,
 - biomasę,
 - hydroenergię,
 - paliwa kopalne.

Natomiast do źródeł **niestabilnych** tj. o dużej zmienności generacji, zaliczamy:

- farmy wiatrowe,
- elektrownie fotowoltaiczne.

Pozostałe założenia do obliczeń:

- w obliczeniach uwzględniana jest moc istniejącej jednostki transformatorowej WN/SN oraz ujętej w obowiązującym i/lub planowanym Planie Rozwoju i/lub Planie Inwestycyjnym Spółki;
- moc przyłączeniową wynikającą z zawartych umów o przyłączenie dla odbiorców końcowych zakwalifikowanych do III grupy przyłączeniowej o mocy powyżej 500 kW korygowana będzie o współczynnik – k_4 , którego wartość stanowić będzie stosunek mocy umownej do mocy przyłączeniowej, współczynnika ten określa OSDp na podstawie corocznej analizy w tym zakresie;
- obciążenie węzła bilansowego WN/SN uwzględnia pracę obiektów przyłączonych dla których data przyłączenia jest wcześniejsza od dnia dla którego określono obciążenie węzła bilansowania WN/SN;
- dopuszcza się przepływ mocy generowanej do sieci wysokich napięć.

L.p.	Współczynnik	Oznaczenie współczynnika	Wartość współczynnika
1	Współczynnik korygujący - uwzględniający techniczne możliwości transformatora w zakresie przepływu mocy ze strony SN do WN oraz stanów pracy stacji transformatorowych WN/SN – stany n-1	k_1	0,75
2	Współczynnik korygujący - liczba zawartych umów o przyłączenie w stosunku do wydanych warunków przyłączenia	k_2	0,8
3	Współczynnik korygujący uwzględniający krzywą generacji dla elektrowni fotowoltaicznych oraz farm wiatrowych	k_3	0,9
4	Współczynnik korygujący uwzględniający krzywą generacji dla źródeł innych niż elektrownie fotowoltaiczne oraz farmy wiatrowe	k_3	0,9
5	Współczynnik korygujący dla odbiorców końcowych zakwalifikowanych do III grupy przyłączeniowej o mocy powyżej 500 kW stanowi stosunek mocy umownej do mocy przyłączeniowej	k_4	0,6

$$P_{\text{(dopuszczalna moc obiektów)}} \leq S_{\text{trafo}} \cdot \cos \varphi \cdot k_1 + P_{\text{min_obciążenie_TR}} + P_{\text{odbiorców_III_grupy}} \cdot k_4 \quad (13)$$

Uwaga:

Współczynnik $\cos \varphi$ odpowiada $\tan \varphi = 0,4$ odbioru.

Dopuszczalną moc obiektów wyznacza na podstawie równania (14)

$$\begin{aligned} P_{\text{dopuszczalna moc obiektów}} &= (P_{\text{obiekty przyłączone po dacie min GPZ}} + P_{\text{obiekty zalicznikowe przyłączone po dacie min GPZ i mocy > Pu}} \\ &+ P_{\text{obiekty zalicznikowe planowane do przyłączenia}} + P_{\text{obiekty planowane na podstawie zawartych up}} \\ &+ P_{\text{obiekty planowane do przyłączenia na podstawie WP}} \times k_2 \\ &+ P_{\text{obiekty planowane do przyłączenia na podstawie WP określonych przez OSDn i uzgodnionych przez ENEA Operator}} \times k_3 \\ &+ P_{\text{analizowany obiekt}} \end{aligned} \quad (14)$$

Wyznaczanie minimalnego obciążenia mocą czynną węzła WN/SN

Dla wyznaczenia wartości minimalnego obciążenia mocą czynną węzła bilansowego WN/SN wykorzystywane są dane z centralnego systemu pomiarowego OSDp SCOME lub SCADA z okresu 5 miesięcy tj. od maja do września danego roku. Dla każdego z ww. miesięcy wyznacza się ich wartość średnią z pominięciem danych pomiarowych z godzin 18-6, a następnie dla miesiąca o najniższej wartości średniej wyznacza dla każdego tygodnia wartość średnią z godzin 6-18. Najniższa wartość ze średnich tygodniowych miesiąca o najniższym średnim obciążeniu stanowi minimalne obciążenie węzła bilansowego WN/SN. Tak wyznaczone obciążenia przelicza się na końcowy rok obowiązującego lub projektu Planu Rozwoju Spółki przy uwzględnieniu współczynników rocznego wzrostu zapotrzebowania na moc, na podstawie obowiązującego opracowania OSDp pn. „Koncepcja pracy sieci przesyłowej NN i dystrybucyjnej 110 kV jako sieci zamkniętej dla Polski Północno-Zachodniej”. Dla planowanych węzłów bilansowych WN/SN minimalne obciążenie mocą czynną przyjmuje się na podstawie dokumentów związanych z przyjęciem obiektu do realizacji w ramach Planu inwestycyjnego. Jednocześnie w wyniku wprowadzenia do układu sieciowego nowego węzła bilansowego WN/SN uwzględnia się zmianę konfiguracji pracy sieci średnich napięć i tym samym zmianę miejsc przyłączenia obiektów przyłączonych i planowanych.

6.4.3. Ocena wyników przeprowadzanej oceny zapasu mocy w węźle bilansowym WN/SN

Uznaje się, że kryterium jest spełnione, gdy spełniona jest nierówność (13). Tym samym kryterium jest spełnione, gdy omawiana analiza wykaże brak konieczności przeprowadzenia prac inwestycyjnych polegających na wymianie istniejącej jednostki transformatorowej WN/SN na jednostkę o większej mocy lub na jednostkę o innych parametrach technicznych, chyba że wykonanie tych prac przewidziane jest w obowiązującym lub projekcie Planu Rozwoju Spółki.

7. Ocena końcowa możliwości przyłączenia jednostek wytwórczych, magazynów energii elektrycznej oraz OSDn do sieci dystrybucyjnej SN

1. W przypadku braku spełnienia kryterium/ów opisanego/ych w pkt. 6.3.3. i 6.4.3. **wniosek kwalifikowany jest do odmowy wydania warunków przyłączenia.**
2. Zgodnie z zapisami art. 7 ust. 8d³ PE w przypadku braku technicznych lub ekonomicznych warunków przyłączenia, w zakresie mocy przyłączeniowej określonej we wniosku o określenie warunków przyłączenia odnawialnego źródła energii (OZE), przedsiębiorstwo energetyczne zajmujące się dystrybucją energii elektrycznej zobowiązane jest powiadomić podmiot ubiegający się o przyłączenie, **o wartości dostępnej mocy przyłączeniowej, dla jakiej mogą być spełnione te warunki.**
W związku z powyższym, w przypadku braku spełnienia dla mocy przyłączeniowej, określonej we wniosku o określenie warunków przyłączenia, kryteriów opisanych w pkt. 6.3.3. i 6.4.3. (jeżeli dotyczy OZE), analizę należy przeprowadzić ponownie **w celu wyznaczenia wartości dostępnej mocy.** W przypadku uzyskania dla badanych kryteriów różnych wartości dostępnej mocy należy przyjąć, że ostateczna wartość dostępnej mocy **stanowi najmniejszą wartość mocy wyznaczoną z badanych kryteriów.**
3. OSDp w zależności od wyników dokonanych obliczeń i oceny wykorzystania zdolności przesyłowych sieci 110 kV, na podstawie niniejszego opracowania **może podjąć decyzję o badaniu wpływu przyłączanego obiektu na sieć 110 kV** w określonym obszarze.
4. Dla generatorów synchronicznych wymagany jest synchronizator, umożliwiający załączenie generatora z zachowaniem następujących warunków synchronizacji:
 - a) różnica napięć – $\Delta U < \pm 10 \% U_n$,
 - b) różnica częstotliwości – $\Delta f < \pm 0,5 \text{ Hz}$,
 - c) różnica kąta fazowego – $\Delta \varphi < \pm 10^\circ$.OSDp może w uzasadnionych przypadkach ustalić inne granice warunków synchronizacji w momencie załączania generatorów synchronicznych niż podane wyżej.

8. Ocena możliwości przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci dystrybucyjnej SN na podstawie art. 7 ust. 9 ustawy Prawo energetyczne

Zgodnie z zapisami art. 7 ust. 9 ustawy Prawo energetyczne w przypadku, gdy Przedsiębiorstwo energetyczne odmówi przyłączenia do sieci z powodu braku warunków ekonomicznych, wówczas może ustalić opłatę za przyłączenie w wysokości uzgodnionej z podmiotem ubiegającym się o przyłączenie.

Wobec delegacji ustawowej zapisanej w art. 7 ust. 1² ustawy Prawo energetycznego nakładającej na ENEA Operator sp. z o.o. obowiązek określania w powiadomieniach o odmowie przyłączenia z powodu braku warunków ekonomicznych, szacowanej wysokości opłaty za przyłączenie, o której mowa w art. 7 ust. 9, ENEA Operator sp. z o.o. przyjęła do stosowania opracowanie pt. **„Zasady przyłączania podmiotów, z wyłączeniem podmiotów zakwalifikowanych do II grupy przyłączeniowej, na podstawie art. 7 ust. 9 Ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 roku Prawo energetyczne”.**

W związku z art. 7 ust. 1² ustawy Prawo energetyczne obliczenia dla potrzeb oceny możliwości przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci dystrybucyjnej SN na podstawie art. 7 ust. 9 ustawy Prawo energetyczne przeprowadza się zgodnie z ww. opracowaniem.

Obliczenia w ramach sporządzanej ekspertyzy nie obejmują określenia rzeczowego zakresu niezbędnego do zrealizowanego przyłączenia jednostki wytwórczej w trybie art. 7 ust. 9 ustawy Prawo energetyczne.

9. Zapisy końcowe

W Spółce funkcjonują regulacje wewnętrzne dotyczące:

- a) wyznaczania miejsc przyłączenia;
- b) uwzględniania w analizach/ekspertyzach inwestycji wynikających z Planu Rozwoju;
- c) dopuszczalnej mocy zainstalowanej instalacji fotowoltaicznej na powierzchni 1 ha.

Jednocześnie informacje w powyższym zakresie zmieszczone zostały na stronie internetowej Spółki: <https://www.operator.enea.pl>.

Załącznik

Przyjmowane krotności prądu zwarcowego do prądu znamionowego źródła wytwórczego w przypadku braku danych

L.p.	Rodzaj źródła wytwórczego	Iloraz prądu zwarcowego do prądu znamionowego
1	Elektrownia biogazowa lub biomasowa z transformatorem blokowym	8,0
2	Elektrownia biogazowa lub biomasowa przyłączona bezpośrednio do sieci SN	12,0
4	Elektrownia fotowoltaiczna	1,1
5	Elektrownia wodna (generator synchroniczny)	6,0
6	Elektrownia wodna (generator asynchroniczny)	7,5
7	Farma wiatrowa (generator synchroniczny pracujący z siecią przez przekształtniki)	1,3
8	Farma wiatrowa (generator asynchroniczny)	7,5