

Mikroinstalacja fotowoltaiczna – dlaczego się wyłącza i nie produkuje energii elektrycznej?

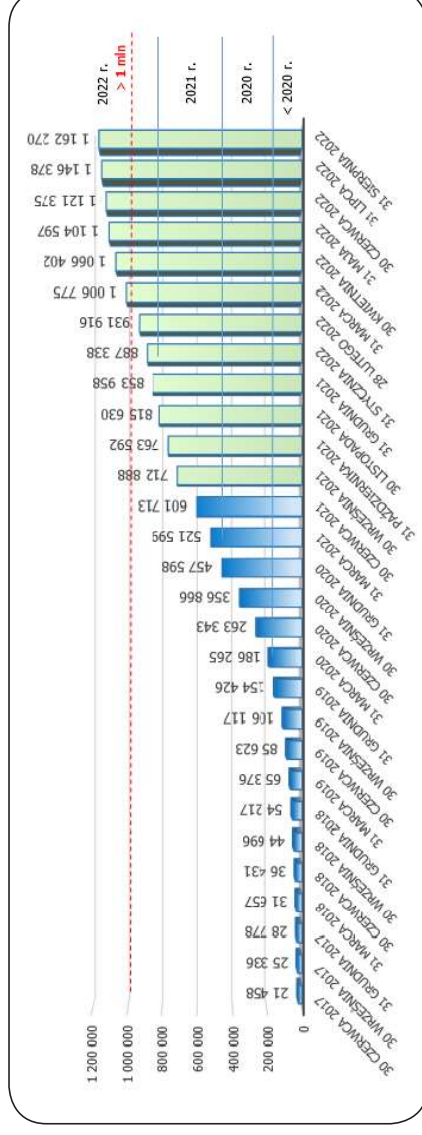
Piotr Furdzik, Jolanta Skrago

W ostatnich latach można zaobserwować dynamiczny wzrost liczby mikroinstalacji przyłączonych do sieci dystrybucyjnych. Szybki rozwój instalacji fotowoltaicznych w Polsce z jednej strony skutkuje zwiększaniem bezpieczeństwa energetycznego, ograniczaniem emisji gazów cieplarnianych oraz poprawą jakości powietrza, a z drugiej – rodzi ryzyko występowania problemów współpracy tych źródeł energii z siecią elektroenergetyczną.

Z danych Polskiego Towarzystwa Przesyłu i Rozdziatu Energii Elektrycznej (dalej: „PTPIREE”) wynika, że liczba mikroinstalacji od początku 2019 r. do końca sierpnia 2022 r. uległa ponad 21-krotnemu wzrostowi (o 2044%), przy jednoczesnym ponad 25-krotnym wzroście mocy zainstalowanej w mikroinstalacjach. W II kwartale 2022 r. Operatorzy Systemu Dystrybucyjnego (dalej: „OSD”) przyłączyli do swoich sieci ponad 114 tysięcy nowych mikroinstalacji, o łącznej mocy ponad 1014 MW. Na koniec sierpnia 2022 r., liczba wszystkich mikroinstalacji przyłączonych do sieci dystrybucyjnej OSD, wyniosła łącznie blisko 1,2 miliona, a ich moc ponad 8,7 GW¹⁾.

¹⁾ Mikroinstalacje w Polsce – stan na 31 maja 2022 r. Dane dotyczą OSD zrzeszonych w PTPIREE (<http://www.ptpiree.pl/>)

Rysunek 1. Łączna liczba mikroinstalacji przyłączonych przez OSD



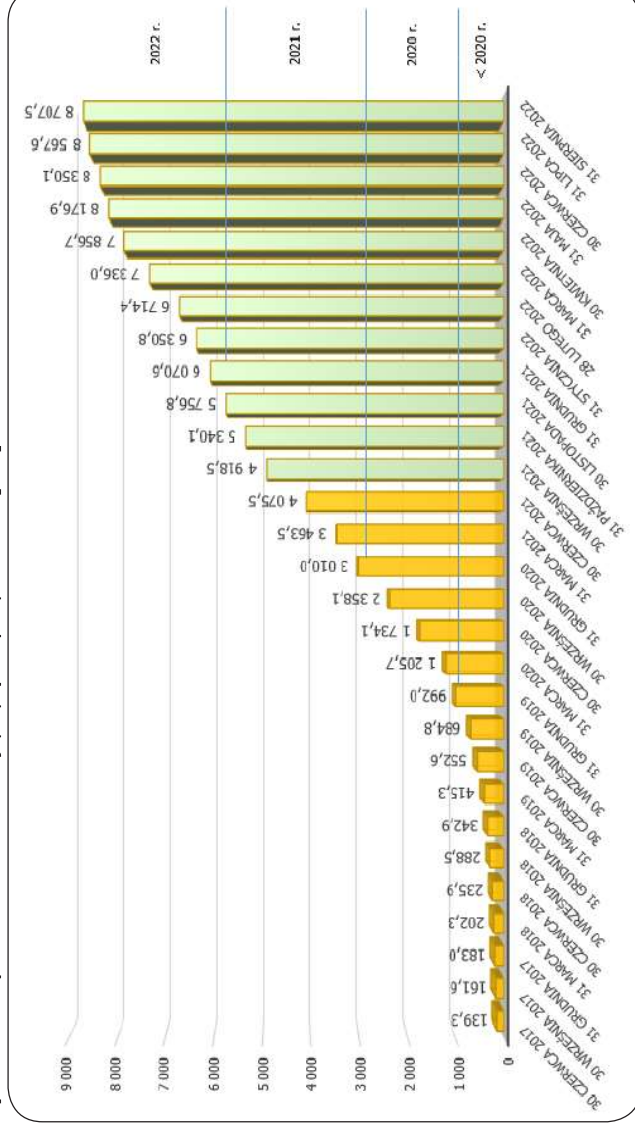
Źródło: PTPIREE.

Dynamiczny przyrost liczby oraz sumarycznej mocy instalacji fotowoltaicznych, bez wątpienia wpływa na współpracę tych źródeł energii z siecią. W większości przypadków mikroinstalacje, jako źródła energii, zazwyczaj przyłączane do sieci niskiego napięcia (230/400 V), współpracują z taką siecią bez zakłóceń i bez negatywnego wpływu na parametry jakościowe dystrybuowanej energii elektrycznej. Jed-

nakże, przy pewnych uwarunkowaniach, mogą występować problemy wynikające z obecności w sieci niskiego napięcia rozproszonych źródeł energii elektrycznej. Wpływające do Urzędu Regulacji Energetyki liczne skargi prosumentów pokazują, że występują obszary sieci niskiego napięcia, w których mikroinstalacje nie są w stanie działać zgodnie z oczekiwaniami ich właścicieli.

Badania przeprowadzone przez PTPIREE ujawniły, że ryzyko występowania problemów ze współpracą mikroinstalacji z siecią elektroenergetyczną

Rysunek 2. łączna moc mikroinstalacji przyłączonych przez OSD [MW]



Źródło: PTPIREE.

wzrasta w przypadku pojedynczego lub łącznego występowania następujących warunków:

- dużej liczby i sumarycznej mocy mikroinstalacji w obszarze zasilanym z jednej stacji SN/nN,
- dużej odległości mikroinstalacji od stacji zasilającej SN/nN,
- dużej impedancji linii (małe przekroje przewodów, długie odcinki obwodów),
- niewielkiego zapotrzebowania na energię w okresach największej zdolności wytwórczej (godziny największego nasłonecznienia),

- rozbudowie istniejącej mikroinstalacji przez jego właściciela bez poinformowania OSD²⁾. Zaczniemy jednak od początku.

Prosument, czyli kto?

Najogólniej rzecz ujmując, prosument to podmiot, który produkuje energię elektryczną w mikro-

²⁾ Op. cit.

instalacji i zużywa ją na własne potrzeby³⁾. Prosumentem może zostać przede wszystkim odbiorca w gospodarstwie domowym, ale także – pod pewnymi warunkami – mogą nim być np. wspólnoty mieszkaniowe i przedsiębiorcy.

Mikroinstalacja, co to takiego?

Mikroinstalacja to instalacja odnawialnego źródła energii o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 50 kW, przyłączona do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV⁴⁾.

³⁾ Definicja legalna prosumenta energii odnawialnej zawarta jest w art. 2 pkt 27a ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. z 2022 r. poz. 1378 z późn. zm.). Zgodnie z tą definicją, prosument energii odnawialnej oznacza odbiorcę końcowego wytwarzającego energię elektryczną wyłącznie z odnawialnych źródeł energii na własne potrzeby w mikroinstalacji, pod warunkiem, że w przypadku odbiorcy końcowego niebędącego odbiorcą energii elektrycznej w gospodarstwie domowym, nie stanowi to przedmiotu przeważającej działalności gospodarczej określonej zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 40 ust. 2 ustawy z dnia 29 czerwca 1995 r. o statystyce publicznej (Dz. U. z 2022 r. poz. 459 i 830).

⁴⁾ Definicja legalna mikroinstalacji zawarta jest w art. 2 pkt 19 ustawy o OZE. I tak, mikroinstalacją oznacza instalację 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.

Fotowoltaika, czyli co?

Najprościej fotowoltaika (w skrócie „PV”, z ang. „Photovoltaics”) to odnawialne źródło energii, które przetwarza światło słoneczne w energię elektryczną. Fotowoltaika składa się z paneli fotowoltaicznych, inwertera (falownika)

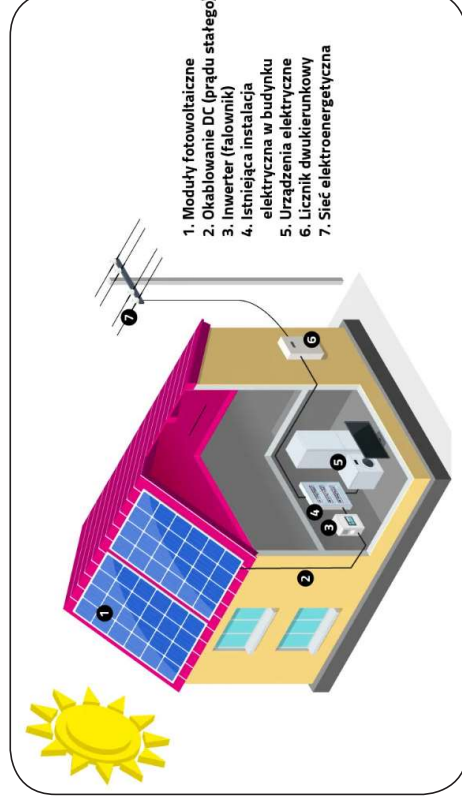
oraz elementów towarzyszących (przewody, złącza, układy zabezpieczeń itp.). Wytworzony w panelach fotowoltaicznych prąd stały zostaje przekształcony w inwerterze na prąd przemienny o częstotliwości 50 Hz, czyli taki, jaki mamy w gniaздках. Uzyskaną w ten sposób energię elektryczną można zużywać na bieżąco w gospodarstwie domowym (w odbiornikach znajdujących się w tej samej instalacji wewnętrznej, do której podłączono inwerter), magazynować (jeśli mikroinstalacja wyposażona jest w magazyn energii) albo wprowadzić do sieci elektroenergetycznej (aby później ją z tej sieci odzyskać i wykorzystać).

Zgłoszenie

W przypadku gdy podmiot, ubiegający się o przyłączenie mikroinstalacji do sieci dystrybu-

cyjnej, jest przyłączony do sieci jako odbiorca końcowy⁶⁾, a moc zainstalowana mikroinstalacji, o przyłączenie której ubiega się ten podmiot, nie jest większa niż określona w wydanych warunkach przyłączenia, przyłączenie do sieci odbywa się na podstawie zgłoszenia przyłączenia mikroinstalacji,

Rysunek 3. Działanie instalacji fotowoltaicznej



Źródło: www.tauron.pl

złożonego w przedsiębiorstwie energetycznym, do sieci którego ma być ona przyłączona, po zainstalowaniu odpowiednich układów zabezpieczających i urządzenia pomiarowo-rozliczeniowego.

⁶⁾ Tj. odbiorcę dokonującego zakupu paliw lub energii na własny użytek – zob. art. 2 pkt 13a ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne (Dz. U. z 2022 r. poz. 1385 z późn. zm., dalej: „ustawa – Prawo energetyczne”).

W innym przypadku, przyłączenie mikroinstalacji do sieci dystrybucyjnej odbywa się na podstawie umowy o przyłączenie do sieci. Koszt instalacji układu zabezpieczającego i urządzenia pomiarowo-rozliczeniowego ponosi operator systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego⁶⁾. Przy czym, przedsiębiorstwo energetyczne zajmujące się dystrybucją energii elektrycznej jest obowiązane dokonać przyłączenia do sieci mikroinstalacji na podstawie zgłoszenia, w terminie 30 dni od dokonania tego zgłoszenia⁷⁾. Co więcej, ustawa – Prawo energetyczne przewiduje, że karze pieniężnej podlega ten, kto z nieuzasadnionych powodów, nie dokonuje w powyższym terminie przyłączenia mikroinstalacji⁸⁾. Zatem, w myśl powołanych wyżej przepisów prawa, przyłączenie mikroinstalacji odbywa się na zgłoszenie, które jeśli zostało prawidłowo wypełnione i złożone, to musi zostać zrealizowane pod groźbą kary pieniężnej, niezależnie od tego jakie zapatrywanie w tym zakresie miałyby przedsiębiorstwo energetyczne. Nietrudno zauważyć, że wskutek takiej regulacji prawnej mogło powstać wiele mikroinstalacji fotowoltaicznych w miejscach, w których obecnie nie powinno ich tam być patrząc z perspektywy uwarunkowań i wymagań technicznych, którym musi sprostać infrastruktura sieciowa przewidziana nie tylko do dostarczania, ale również do odbierania energii produkowanej w przyłączonych do niej źródłach.

⁶⁾ Art. 7 ust. 8d⁴⁾ ustawy – Prawo energetyczne.

⁷⁾ Art. 7 ust. 8d⁴⁾ pkt 2 ustawy – Prawo energetyczne.

⁸⁾ Zob. art. 56 ust. 1 pkt 18a ustawy – Prawo energetyczne.

⁹⁾ Pamiętać należy, że prosument nie jest stroną takiego postępowania administracyjnego. Tym samym, nie jest informowany o wynikach przeprowadzonego przez Organ postępowania.

Ryzyko niedotrzymania parametrów jakości energii

Z punktu widzenia sieci elektroenergetycznej, głównym negatywnym zjawiskiem jest ryzyko niedotrzymania parametrów jakościowych energii elektrycznej w określonym punkcie sieci lub w całym obwodzie niskiego napięcia, wynikające ze wzrostu napięcia wywołanego pracą mikroinstalacji. Niestabilna praca falowników PV bywa też przyczyną nadmiernego wzrostu wskaźnika długo-okresowego migotania światła P_{lf} ¹⁰⁾.

Parametry jakościowe

Parametry jakościowe ustalone zostały w rozporządzeniu systemowym¹¹⁾. W zakresie dotyczącym dopuszczalnego poziomu odchyłen napięcia, w każdym tygodniu, 95% ze zbioru 10-minutowych średnich wartości skutecznych napięcia zasilającego powinno mieścić się w przedziale odchylen $\pm 10\%$ napięcia znamionowego, które odpowiada wartości 230/400 V¹²⁾.

W celu zweryfikowania parametru jakościowego energii elektrycznej, którym jest dopuszczalny poziom odchylen napięcia, nie wystarczy pojedyncze pomiary jego wartości chwilowej. Z powołane-

go wyżej przepisu prawa wynika wprost, że ocena dochowania tego parametru jakościowego opiera się na serii pomiarów uśrednianych w interwałach 10 minutowych, prowadzonych przez okres jednego tygodnia, co wymaga użycia specjalistycznego rejestratora.

Sprawdzenie tego parametru jakościowego prosument może zainicjować występując do OSD z wnioskiem o dokonanie sprawdzenia dotrzymywania parametrów jakościowych energii elektrycznej dostarczanej z sieci. OSD, w miarę możliwości technicznych i organizacyjnych, dokonuje sprawdzenia dotrzymywania parametrów jakościowych energii elektrycznej dostarczanej z sieci poprzez wykonanie odpowiednich pomiarów. W przypadku zgodności zmierzonych parametrów ze standardami, koszty sprawdzenia i pomiarów ponosi odbiorca na zasadach określonych w taryfie przedsiębiorstwa energetycznego¹³⁾. Warto zwrócić uwagę na to, że prawodawca nie wskazał wprost terminu, w którym przedsiębiorstwo energetyczne miałoby dokonać takich pomiarów, stosując jedynie sformułowanie: „w miarę możliwości technicznych i organizacyjnych”. W związku z licznymi skargami odbiorców i prosumentów, zarzucających zbyt wysokie napięcie w sieci oraz mając na uwadze ograniczoną liczbę specjalistycznych rejestratorów będących w posiadaniu OSD (każdy musi być zainstalowany na okres tygodnia), obsługa takich wniosków może się wiązać z dłuższym czasem oczekiwania. Wydłużony czas oczekiwania na realizację przez OSD wniosków nie jest przez pro-

sumentów akceptowany i budzi w nich niezadowolenie, które wyrażają w skargach.

Reasumując, jeżeli odbiorca/prosument złoży wniosek do przedsiębiorstwa energetycznego, będzie ono zobowiązane wykonać serię stosownych pomiarów przez okres tygodnia, których kosztami zostanie obciążony tenże odbiorca/prosument jedynie wtedy, gdy podejrzenie niedochowania parametrów jakościowych energii elektrycznej nie potwierdzi się. W przeciwnym przypadku (tj. gdy zostanie stwierdzone niedochowanie parametrów jakościowych energii), kosztów związanych z wykonaniem serii pomiarów oraz ich analizy nie będzie ten odbiorca/prosument ponosił i co więcej, otwarta zostanie droga do uzyskania przez niego stosownych bonifikat (na gruncie przepisów prawa energetycznego), bądź też odszkodowań za ewentualnie uszkodzony sprzęt w gospodarstwie domowym (na zasadach ogólnych na gruncie kodeksu cywilnego).

Bonifikaty

Za niedotrzymanie standardów jakościowych obsługi odbiorców oraz parametrów jakościowych energii elektrycznej, określonych w odrębnych przepisach, odbiorcom przysługują bonifikaty w wysokości określonej w taryfie lub umowie¹⁴⁾.

¹⁰⁾ PTPIREE, op. cit.

¹¹⁾ Zob. § 38 ust. 3 pkt 2 rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz. U. z 2007 r. Nr 93, poz. 623 z późn. zm., dalej: „rozporządzenie systemowe”).

¹²⁾ § 38 ust. 5 rozporządzenia systemowego.

¹⁴⁾ § 43 ust. 1 rozporządzenia Ministra Energii z dnia 6 marca 2019 r. w sprawie szczegółowych zasad kształtowania i kalkulacji taryf oraz rozliczeń w obrocie energią elektryczną (Dz. U. z 2019 r. poz. 503 z późn. zm., dalej: „rozporządzenie taryfowe”).

¹³⁾ § 42 pkt 9 rozporządzenia systemowego.

Przedsiębiorstwo energetyczne udziela odbiorcom bonifikat w terminie 30 dni od dnia otrzymania wniosku odbiorcy o udzielenie bonifikaty z tytułu niedotrzymania parametrów jakościowych energii elektrycznej określonych w odrębnych przepisach, z wyłączeniem niedotrzymania parametrów jakościowych energii elektrycznej określających dopuszczalne czasy przerwy w dostarczaniu energii elektrycznej¹⁵⁾. Przy czym, spory pomiędzy przedsiębiorstwami energetycznymi a odbiorcami/prosumentami mogące zaistnieć na tle przyznawania bądź obliczania bonifikat, dotyczą kwestii rozliczeń i mają charakter cywilnoprawny, dlatego też Prezes Urzędu Regulacji Energetyki (URE) nie jest organem uprawnionym do ich rozstrzygania poprzez ustalanie zasadności, wysokości żądanych przez odbiorców/prosumentów bonifikat oraz nakazywanie przedsiębiorstwom energetycznym ich wypłaty. Organem właściwym do rozstrzygania sporów w tego rodzaju przypadkach jest sąd powszechny¹⁶⁾.

Warto również mieć na uwadze, że zgodność parametru jakościowego wyrażającego dopuszczalny poziom odchylenia napięcia z rozporządzeniem systemowym, nie zawsze gwarantuje stabilną pracę falowników (inwerterów) instalacji fotowoltaicznych, których progi zadziałania ustawiane są na zakres 207 V – 253 V. Powyższe wynika z tego, że rejestrowane przez falownik i powodujące jego

wyłączenie przekroczenia tego zakresu mogą się opierać na wartościach uśrednionych w okresach krótszych niż 10 minut i tym samym nie będą one odpowiadały wielkościom reprezentującym 10 minutowe średnie wartości skuteczne napięcia zasilającego, brane pod uwagę przy ocenie poziomu napięcia w rozumieniu § 38 ust. 3 pkt 2 rozporządzenia systemowego. Innymi słowy, w praktyce możliwe są takie stany sieci, przy których dopuszczalny poziom odchylenia napięcia od wartości znamionowej, w rozumieniu przepisów rozporządzenia systemowego, jeszcze nie zostanie przekroczony, a w rozumieniu algorytmu realizowanego przez oprogramowanie falownika – zostanie przekroczony i spowoduje jego wyłączenie.

Rozwiązania techniczne mające na celu wyeliminowanie lub zminimalizowanie negatywnych zjawisk związanych z przyłączeniem do sieci dystrybucyjnych dużej liczby mikroinstalacji

Zgodnie z ustawą – Prawo energetyczne, przedsiębiorstwo energetyczne zajmujące się przesyłaniem lub dystrybucją paliw lub energii, jest obowiązane utrzymywać zdolność urządzeń, instalacji i sieci do realizacji zaopatrzenia w te paliwa lub energię w sposób ciągły i niezawodny, przy zachowaniu obowiązujących wymagań jakościowych¹⁷⁾. Powyższe oznacza, że niedochowanie parametrów jakościowych energii elektrycznej każdorazowo

musi wiązać się z działaniami przedsiębiorstwa energetycznego zmierzającymi do wyeliminowania takiej nieprawidłowości, przy czym w tym czasie przysługują odbiorcy/prosumentowi stosowne bonifikaty. W wielu przypadkach działania doraźne mogą nie wystarczać, co oznacza, że definitywne rozwiązanie problemu stanie się możliwe dopiero po kompleksowej modernizacji infrastruktury sieciowej wymagającej zazwyczaj dłuższego czasu.

Dlatego OSD, poza działaniami związanymi z samym procesem przyłączenia mikroinstalacji do sieci, prowadzi szereg działań organizacyjnych oraz inwestycyjnych, w celu zapewnienia prawidłowej pracy sieci w warunkach odbioru nadwyżek energii elektrycznej produkowanej w mikroinstalacjach, a przede wszystkim zapewnienia bezpieczeństwa wszystkim odbiorcom energii. Operatory wdrażają rozwiązania techniczne mające na celu wyeliminowanie lub zminimalizowanie negatywnych zjawisk wywołanych przyłączeniem do sieci dystrybucyjnych dużej liczby mikroinstalacji. Do działań tych należą m.in.:

- montaż transformatorów o mocy zwiększonej w stosunku do zapotrzebowania odbiorców,
- montaż/wymiana przewodów na przewody o większych przekrojach,
- skracanie (jeśli to możliwe) pętli obwodów w sieci niskiego napięcia,
- budowa magazynów energii,
- zapewnienie możliwości sterowania pracą instalacji PV,
- montaż urządzeń kompensujących¹⁸⁾.

¹⁷⁾ Z art. 4 ust. 1 ustawy – Prawo energetyczne.

¹⁸⁾ PTPREE, op. cit.

¹⁵⁾ § 43 ust. 2 pkt 2 rozporządzenia taryfowego.

¹⁶⁾ Stosownie do art. 1 i art. 2 § 1 ustawy z dnia 17 listopada 1964 r. – Kodeks postępowania cywilnego (Dz. U. z 2021 r. poz. 1805 z późn. zm.).

Gdzie tak naprawdę leży ten problem?

Utrzymywanie parametrów jakościowych energii elektrycznej na poziomie określonym w przepisach prawa nie będzie możliwe, albo też będzie bardzo utrudnione w przypadku występowania czynników kolizyjnych z szeroko rozumianymi prawami fizyki. Jednym z takich czynników – i co za tym idzie – jest **lawinowy przyrost mikroinstalacji przyłączanych do sieci niskiego napięcia, które to sieci w większości nie zostały zaprojektowane do odbierania energii elektrycznej ze źródeł na taką skalę**. Oczywiście jest, że w przypadku gdy impedancje obwodów sieci niskiego napięcia będą zbyt wysokie, to przyłączone do nich źródła energii będą powodowały zbyt duże przyrosty napięcia odpowiadające określonym wartościom generowanej mocy. Zmniejszenie amplitudy wahań napięcia, spowodowanych generacją tychże źródeł, będzie możliwe jedynie w drodze kompleksowej modernizacji infrastruktury elektroenergetycznej, polegającej na **zastosowaniu przewodów o większym przekroju oraz zmianie konfiguracji sieci w taki sposób, aby pętle poszczegól-nych obwodów niskiego napięcia zasilanych przez transformator były krótsze** (często wiąże się to z dołożeniem drugiego transformatora).

Dlatego należy liczyć się z tym, że podejmowane działania doraźne w związku ze zgłaszanymi przez odbiorców/prosumentów nieprawidłowościami pracy sieci mogą nie przynosić oczekiwanych rezultatów. Za zaistniały stan rzeczy nie należy winić wyłącznie przedsiębiorstw energetycznych zajmujących się dystrybucją energii elektrycznej,

ponieważ eksploatowane przez te podmioty sieci niskiego napięcia jeszcze w niedalekiej przeszłości projektowane były zasadniczo na potrzeby odbiorców końcowych, a nie w celu obsługi źródeł energii odnawialnej występujących w skali masowej.

Należy również podkreślić, że działania polegające na obniżeniu napięcia na transformatorze mogą nie przynieść oczekiwanego rezultatu, a czego zazwyczaj prosumenci domagają się od operatorów sieci dystrybucyjnej oczekując, że zabieg ten poprawi ich sytuację. Otóż impedancja uzwojenia wtórnego transformatora jest mała, co oznacza, że „obce” źródła energii nie będą miały znaczącego wpływu na wartość napięcia na zaciskach jego uzwojenia wtórnego. Natomiast tzw. nadciśnienie napięcia, wywołany obecnością tychże źródeł, odkłada się na impedancjach poszczególnych odcinków sieci i to on właśnie powoduje zbyt wysokie napięcie obserwowane w gniazdku elektrycznym, tym większe, im źródło (inwerter) wprowadzający energię do sieci będzie zainstalowane dalej od transformatora. Innymi słowy, obniżenie napięcia na zaciskach transformatora może spowodować ryzyko zbyt niskiego napięcia u odbiorców zlokalizowanych blisko transformatora, przy czym odbiorcy na końcu obwodu, zwłaszcza w pobliżu działających tam (tj. również na końcu obwodu) falowników wprowadzających energię do sieci i tak odnotują zbyt wysokie napięcie.

Patrząc zaś z perspektywy ofert podmiotów oferujących i instalujących te źródła energii, **drogą do złagodzenia skutków niepożądanego wzrostu napięcia może być promowanie oraz upowszechnianie rozwiązań instalacji fotowoltaicznych wypo-**

sażonych w magazyny energii. Dopóki nie przybędzie tychże magazynów energii, dopóty olbrzymie znaczenie będzie miało również **zachowanie samych prosumentów**. W szczególności, jeśli będzie ono odbiegało od zasady tzw. **autokonsumpcji** (tj. zużywania produkowanej energii „na miejscu” poprzez dostosowanie czasu pracy użytkowanych odbiorników, zwłaszcza tych energochłonnych, do czasu, w którym produkowana jest energia), to spotęgowany zostanie niepożądany stan, w którym gospodarstwa domowe wyposażone w źródła, patrząc od strony sieci, do której są przyłączone, będą postrzegane jak elektrownie.

Pojedynczy obwód sieci niskiego napięcia, do którego przyłączone zostanie jedno, co najwyżej kilka takich źródeł, zazwyczaj poradzi sobie z rozpiętością produkowanej energii, bowiem liczba przyłączonych do takiego obwodu innych obiektów, niewyposażonych w źródła, będzie znacznie wyższa i tym samym sumaryczne obciążenie sieci tymi obiektami bez trudu zbilansuje produkowaną lokalnie energię bez pogorszenia parametrów napięciowych całego układu.

Inaczej będzie (a właściwie już jest), jeżeli źródła przyłączone do danego obwodu sieci występują powszechnie tworząc zdolności produkcyjne o wolumenie przekraczającym w niektórych godzinach doby lokalne zapotrzebowanie na energię. Wówczas generacja w tych źródłach zorientowana na wprowadzanie energii do sieci sprawia, że inwertery będące elementami ich wyposażenia konkurują ze sobą, starając się utrzymać strumień generowanej energii, co wymaga wyregulowania na zaciskach coraz wyższego napięcia. Gdy osiąga

ono wartość krytyczną, inwerter wyłącza się, pozwalając nieco warunkom pracy inwertera w sąsiednim gospodarstwie domowym. Jednak ten też w końcu wyłączy się, gdy osiągnie wartość krytyczną napięcia, konkurując z kolejnymi inwerterami. W końcu tamte również ulegną zatrzymaniu powodując nieznaczny spadek napięcia, co z kolei wykorzystają te inwertery, które zostały wyłączone wcześniej i powrócą do pracy.

Efekt końcowy jest taki, że przy dobrej pogodzie, zapewniającej najlepsze warunki generacji energii elektrycznej z paneli fotowoltaicznych, inwertery pracują niestabilnie, nieustannie zmieniając stan pracy pomiędzy aktywnym i nieaktywnym. Niestety, posiadacze instalacji fotowoltaicznych, nie znając natury tego zjawiska, często wprowadzają energię do sieci nieświadomie bądź celowo (np. z zamiarem odebrania „zgromadzonej” w ten sposób energii w okresie zimowym na potrzeby pompy ciepła), przyczyniając się do niepożądanego wzrostu napięcia i towarzyszących temu efektów niestabilnej pracy inwerterów.

Reasumując ten wątek, przy małej liczbie mikroinstalacji w stosunku do liczby odbiorców, otaczającą te mikroinstalacje sieć elektroenergetyczną można uznać za magazyn energii (choć w rzeczywistości nim nie jest). Wtedy, wobec zdolności wytwórczej tych mikroinstalacji, którą wielokrotnie przekracza popyt na energię ogółu odbiorców z bezpośredniego otoczenia, można przyjąć, że prosument jest w stanie swobodnie produkować i wprowadzać do sieci tyle energii, ile chce oraz kiedy chce. Natomiast w obszarach sieci, w których liczba wytwórców energii zaczyna być

porównywalna z liczbą odbiorców niewytwarzających energii (a tak często już bywa w skupiskach domów jednorodzinnych), to reguły ulegają zasadniczym zmianom. Wówczas to nie prosument oraz możliwości wytwórcze jego mikroinstalacji decydują o tym, ile energii elektrycznej oraz w jakim okresie doby zdoła wytworzyć, tylko **zapotrzebowanie (popyt) na energię w poszczególnych godzinach każdej doby ukształtowane przez lokalną społeczność odbiorców (i też samych prosumentów)**, wynikające z ich nawyków, posiadanych odbiorników, trybu życia itp. Trzeba tu podkreślić, że z uwagi na ograniczenia wynikające z praw fizyki, bilansowanie energii wytwarzanej w przydomowych mikroinstalacjach przyłączonych do sieci niskiego napięcia, w przeważającym stopniu zamyka się w obszarze zasilania tego samego transformatora SN/nN, a więc zazwyczaj lokalnie, w ramach jednej miejscowości, dzielnicy miasta etc. Tym samym nie znajduje uzasadnienia argument, że produkowana lokalnie energia w mikroinstalacjach przyłączonych do sieci niskiego napięcia, popłynie bezproblemowo poprzez transformator w kierunku sieci średniego napięcia i następnie dotrze poprzez inne transformatory do odległych stref przemysłowych i zostanie zbilansowana przez energochłonne procesy technologiczne działających tam przedsiębiorców.

Tak byłoby w przypadkach idealnych, tj. braku impedancji samej sieci oraz braku strat w transformatorach. W rzeczywistości można jedynie powiać (polepszać) te parametry, co należy do obowiązków przedsiębiorstw energetycznych, przy czym definitywne rozwiązanie problemu z działą-

niem przydomowych źródeł energii elektrycznej leży gdzie indziej i opiera się na magazynach energii, które powinny stanowić integralną część tych źródeł.

Upowszechnienie takich rozwiązań pozwoli prosumentom powrócić do zachowań znanych im z okresu, kiedy byli jeszcze odbiorcami (zamiast dążyć do autokonsumpcji, będą mogli korzystać z odbiorników elektrycznych w dotychczasowy sposób, bowiem nadmiar produkowanej energii zostanie odłożony w przydomowym magazynie i będzie mógł zostać wykorzystany w późniejszym okresie przez samego prosumenta, bądź trafi do sieci elektroenergetycznej, kiedy pojawi się odpowiednie zapotrzebowanie).

Niestety, na upowszechnienie rozwiązań mikroinstalacji zintegrowanych z magazynami energii (którymi mogłyby być również zaparkowane w garażach samochody elektryczne), przyjdzie nam jeszcze poczekać. Niemniej jest to proces nieodwracalny, który prędzej czy później zastąpi rozwiązania powszechnie stosowane dzisiaj, rozwiązaniami uwzględniającymi magazyny energii, które dając prosumentowi możliwość inteligentnego zarządzania popytem na energię w otoczeniu sieciowym jego mikroinstalacji, nie będą stwarzały takich problemów jak opisywane w niniejszym artykule.

Dodać w tym miejscu jedynie wypada, że pewnym światłem w tunelu może być uruchomiony przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej nabór wniosków do Programu „Mój Prąd” 4.0. W jego ramach, oprócz dofinansowania do instalacji fotowoltaicznej, będzie można uzyskać wsparcie na dodatkowe elementy

tworzące bardziej efektywny zestaw domowej instalacji fotowoltaicznej, umożliwiający magazynowanie wytworzonej energii (w bateriach lub ciepłe), co pozwoli na zwiększenie autokonsumpcji¹⁹⁾.

Istnieją również rozwiązania techniczne, które prosument może wdrożyć we własnym zakresie, a które wykorzystując zjawiska zachodzące w obwodach prądu przemiennego, zapobiegają w pewnym stopniu niepożądanemu wzrostowi napięcia podczas wytwarzania energii elektrycznej w mikroinstalacjach niewyposażonych w magazyny energii. Są to rozwiązania implementowane w konstrukcjach samych falowników, zgodnie z wymaganiami wynikającymi z rozporządzenia Komisji (UE) 2016/631 z dnia 14 kwietnia 2016 r. ustanawiającego kodeks sieci dotyczący wymogów w zakresie przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci (zwanego dalej: „NC RfG”). Wymagania te zostały zestawione i opisane w dokumencie z tytułowanym: „Zbiór wymagań dla modułów wytwarzania energii typu A, w tym mikroinstalacji”.

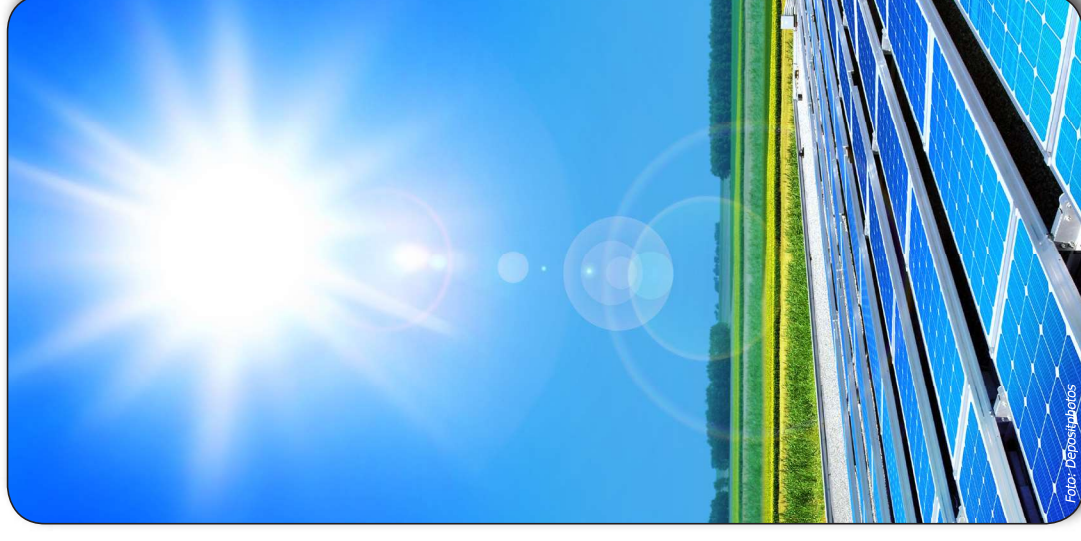
I tak, jednym z wymagań dla falownika jest możliwość ustawienia jednego z trzech trybów regulacji mocy biernej, polegających na:

- a) sterowaniu mocą bierną w funkcji napięcia na zaciskach falownika, tj. tryb $Q(U)$ zwany trybem podstawowym,
- b) sterowaniu współczynnikiem mocy w funkcji generacji mocy czynnej, tj. tryb $\cos \varphi(P)$ zwany trybem alternatywnym,

- c) ustawieniu $\cos \varphi$ na stałym poziomie z zakresu od 0,9_{ind} do 0,9_{poi},²⁰⁾ zwanym trybem dodatkowym. Ponadto zaleca się, aby falowniki posiadały funkcję zmniejszenia mocy czynnej generowanej w funkcji wzrostu napięcia, przy czym istotne jest, aby ta funkcja zadziałała dopiero po wyczerpaniu możliwości wynikających z zastosowanego trybu regulacji mocy biernej.

Należy pamiętać, że ww. tryby pracy i opcje falownika (których właściwe zastosowanie może ograniczyć jego wpływ na napięcie w sieci), należą do grupy ustawień zaawansowanych, których prosument nie powinien zmieniać na własną rękę. Prosument zatem winien skonsultować takie zmiany z instalatorem mikroinstalacji, a najlepiej poprosić go, aby sam dokonał tych zmian, jeśli okażą się uzasadnione.

Ustawienie odpowiedniego (optymalnego) trybu pracy falownika, w tym włączenie opcji zmniejszenia mocy czynnej w funkcji wzrostu napięcia, może złagodzić problem zbyt wysokiego napięcia w sieci pod warunkiem, że **uczynią to solidarnie również pozostali prosumenci przyłączeni do tego samego obwodu sieci elektroenergetycznej**. Wówczas wypadkowy strumień energii czynnej pochodzącej ze źródeł fotowoltaicznych będzie nieco mniejszy, aniżeli wynikający z ich możliwości, niemniej źródła te będą miały szansę pracować stabilnie (nie będą się wzajemnie eliminowały w konkurencji o dostęp do sieci, a czego efektem jest niekontrolowany przyrost napięcia). Warto wiedzieć, że ustawienie trybu podstawowego $Q(U)$, bądź alternatywnego $\cos \varphi(P)$, pozwala na bardziej „inteligentne” zachowanie falownika.



¹⁹⁾ Więcej informacji na stronie Ministerstwa Klimatu i Środowiska (<http://www.gov.pl/web/klimat/przydomowe-magazyny-energii>).

Długość sieci elektroenergetycznych niskiego napięcia w Polsce liczona jest w tysiącach kilometrów. Modernizacja tak rozległej infrastruktury w kierunku bezproblemowego odbioru energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych, przy zachowaniu określonych przepisami prawa parametrów jakościowych energii, jak widać nie nadąża za masowo montowanymi i uruchamianymi mikroinstalacjami, które – jak wynika z powyższej analizy – same ten problem wykreowały. W praktyce, modernizacja ta wymaga czasu, co ze zrozumiałych względów prowadzi do zniecierpliwienia prosumentów, którzy nie mogą wytwarzać energii elektrycznej w oczekiwanej ilości oraz zaniepokojenia pozostałych odbiorców, których odbiorniki zasilane są zbyt wysokim napięciem.

Należy zdać sobie sprawę, że kompleksowe rozwiązanie takiego problemu i zarazem poprawa sytuacji, która niestety zaskoczyła wielu prosumentów, jest możliwa wyłącznie poprzez wielokierunkowe współdziałanie wszystkich uczestników rynku energii i nie tylko, tj. poprzez systematyczne prace modernizacyjne w zakresie sieci (przedsięwzięcia energetyczne), promowanie OZE zintegrowanych z magazynami energii (podmioty oferujące sprzedaż i montaż OZE, prawodawca, rządowe i samorządowe programy wsparcia), promowanie i utrwalanie prawidłowych zachowań prosumentów, tj.

„Kompleksowe rozwiązanie takiego problemu i zarazem poprawa sytuacji, która niestety zaskoczyła wielu prosumentów, jest możliwa wyłącznie poprzez wielokierunkowe współdziałanie wszystkich uczestników rynku energii i nie tylko, tj. poprzez systematyczne prace modernizacyjne w zakresie sieci (przedsięwzięcia energetyczne), promowanie OZE zintegrowanych z magazynami energii (podmioty oferujące sprzedaż i montaż OZE, prawodawca, rządowe i samorządowe programy wsparcia), promowanie i utrwalanie prawidłowych zachowań prosumentów, tj. planowania poboru energii elektrycznej opartego na autokonsumpcji, odpowiedzialnego użytkownika posiadanej infrastruktury, w szczególności dbania o prawidłową i optymalną konfigurację inwerterów (prosumenci, przedsiębiorstwa energetyczne, instalatorzy OZE, prawodawca, media, edukacja, URE).”

energetycznych) i przyłączanych do sieci elektroenergetycznych również w nieprzypadkowych miejscach (do sieci średniego i wysokiego napięcia w sposób optymalny z punktu widzenia procesu przesyłania/dystrybucji wytworzonej energii). Z biegiem lat, rozwój technologii pozwolił na połączenie tych ról, w szczególności uczynienie z odbiorcy również wytwórcy, czyniąc go tzw. prosumentem posiadającym i użytkującym swoją własną przyłączoną do sieci „mikroelektrownię”.

W początkowej fazie tego procesu nie było potrzeby uwzględniania praw fizyki, którym jest on podporządkowany. W szczególności, nie było potrzeby uświadamiania prosumenta nieposiadającego zdolności magazynowania wytwarzanej energii, że będzie wymagane od niego określone zachowanie, którego musi się po prostu nauczyć.

Nie było również potrzeby informowania go, że wytwarzanie energii to nie to samo co jej konsumowanie, że nie wynika ono wyłącznie z możliwości (zdolności) jego mikroinstalacji, ale ograniczone jest również popytem na energię elektryczną w danej godzinie doby ogółu odbiorców. Wręcz przeciwnie, stworzono przepisy (obecnie już zastąpione innymi) pozwalające prosumentowi wprowadzać energię do sieci bez ograniczeń, jak do magazynu o nieskończonej pojemności i sprawności 70% bądź 80%, którego koszt eksploatacji wynosi

planowania poboru energii elektrycznej opartego na autokonsumpcji, odpowiedzialnego użytkownika posiadanej infrastruktury, w szczególności dbania o prawidłową i optymalną konfigurację inwerterów (prosumenci, przedsiębiorstwa energetyczne, instalatorzy OZE, prawodawca, media, edukacja, URE).

A miało być tak pięknie

Energia elektryczna wykorzystywana jest powszechnie od ponad stu lat. Kolejne pokolenia korzystające z tego dobrodziejstwa zdążyły ugruntować podział ról na odbiorców kształtujących popyt na energię elektryczną oraz profesjonalistów, którzy tę energię wytwarzają w elektrowniach systemowych lokalizowanych w nieprzypadkowych miejscach (optymalnych ze względu na dostępność surowców



Foto: Jolanta Skrago

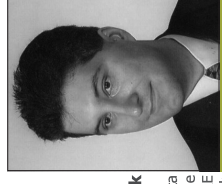
Jedno jest pewne, że odwrótu od wytwarzania energii w masowo występujących rozproszonych źródłach nie będzie. Tak jak nie było odwrótu od wprowadzenia samochodu w miejsce konnego wozu, telefonii mobilnej w miejsce stacjonarnej, czy też telewizji cyfrowej w miejsce analogowej. Szukanie odpowiedzi na pytanie, czy można było tej sytuacji zapobiec, wykracza poza zakres tego artykułu. Pozostaje zatem zakończyć skromną sugestią, że godnym rozważenia byłoby wprowadzenie do stosowania regulacji prawnych mających mniej nonszalanski stosunek do praw fizyki, zapewniających bardziej zrównoważony rozwój tego rodzaju źródeł energii, np. regulacji umożliwiających OSD odmowę przyłączenia mikroinstalacji w sytuacjach wyjątkowych, w celu zapewnienia bezpieczeństwa pracy sieci i urządzeń do niej przyłączonych do czasu zmodernizowania tej infrastruktury.



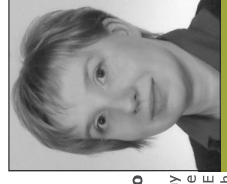
darczym, pozostającego poza kontrolą OSD z uwagi na przyjęte zasady przyłączania takich źródeł do sieci, drugoplanowe dotąd prawa fizyki w pewnym momencie przypomniały wszystkim o swoim znaczeniu. I w ten sposób, pewnego słonecznego dnia, zapowiadającego produkcję energii w mikroinstalacjach z pełną mocą, wielu prosumentów zostało przywitanych napięciem w gniazdku powyżej wartości 250 V oraz komunikatem na wyświetlaczu falownika o błędzie powodującym jego wyłączenie. Czar fotowoltaiki przysł i w konsekwencji wielu prosumentów stało się obliczu trudności, z którymi będą musieli się mierzyć w warunkach powszechnego już wytwarzania energii elektrycznej w rozproszonych odnawialnych źródłach, gdzie prawa fizyki dyktują nowe, nieznanne im dotąd wymagania, których spełnienie stanowi warunek konieczny przy tak obranym kierunku rozwoju elektroenergetyki.

dokładnie tyle, ile opłaty za dystrybucję energii elektrycznej w części stałej wynikające ze stawek opłat zatwierdzonych w taryfie. Takie regulacje, otoczone narracją ekologiczną i zbawczą dla energetyki misji prosumenta oraz programami finansowego wsparcia, stworzyły idealne warunki do inwestowania w mikroinstalacje nierzadko przewymiarowane, dające prosumentowi uludę samowystarczalności w zakresie zapotrzebowania ilościowego wyrażonego w kWh (nie mylić z samowystarczalnością mocową zapewniającą ciągłość dostaw energii w przypadku awarii sieci), pomijając przy tym niezwykle istotną kwestię racjonalnego wykorzystywania produkowanej energii elektrycznej z punktu widzenia sieci służącej do jej dystrybucji (kwestia autokonsumpcji, budowy mikroinstalacji zintegrowanych z magazynami energii, zarządzania popytem).

Wobec lawinowego przyrostu mikroinstalacji w takim otoczeniu prawnym, politycznym i gospo-



Piotr Furdzik
Główny specjalista
w Południowym Oddziale
Terenowym URE
z siedzibą w Katowicach



Jolanta Skrago
Główny specjalista - Radca prawny
w Południowym Oddziale
Terenowym URE
z siedzibą w Katowicach