

DEHNrecord Smart Device – ocena jakości energii w sieciach niskiego napięcia

DEHNrecord Smart Device – the assessment of power quality in low-voltage systems

Krzysztof Wincencik

Słowa kluczowe: rejestrator, analizator, jakość energii, EN-50160, przepięcia przejściowe (TOV), zapad napięcia

W artykule zaprezentowano DEHNrecord Smart Device (SD) – wielofunkcyjne urządzenie pomiarowo-analityczne do monitorowania jakości energii w instalacjach niskiego napięcia zgodnie z normą PN-EN 50160. Ten nowoczesny analizator klasy A, dopasowany do wymagań panujących w inteligentnych systemach smart i spełniający wytyczne zawarte w normie PN-EN 61000-4-30 może być stosowany w: inteligentnych sieciach energetycznych, w instalacjach odnawialnych źródeł energii z systemami magazynowania energii, w budynkach biurowych i przemysłowych. Dzięki dostępności różnych możliwości konfiguracji i odczytu danych, DEHNrecord SD można idealnie dopasować do danego zastosowania w miejscu montażu.

Keywords: measuring and analysis device, power quality, EN-5016, temporary overvoltage (TOV), undervoltage

The article presents DEHNrecord Smart Device (SD) – a new multifunctional measuring and analysis device for monitoring power quality in low-voltage systems in accordance with the PN-EN 50160 standard. This modern class A analyzer, tailored to the requirements of smart systems and meeting the guidelines included in the PN-EN 61000-4-30 standard, can be used in smart power grids, renewable energy systems with battery storage systems, in office and industrial buildings. DEHNrecord SD can be perfectly adapted to the respective application at the installation site thanks to various configuration and data readout options.

Problemy związane z jakością energii elektrycznej coraz częściej dotyczą nie tylko pracowników służb energetycznych dużych zakładów przemysłowych, ale także osoby eksploatujące urządzenia elektroniczne, takie jak komputery czy sterowniki. Elektronika i informatyka stanowią obecnie kluczowe obszary, w których dokonuje kolejna rewolucja technologiczna.

Przemysł 4.0, internet rzeczy, automatyka budynkowa zebrana w systemie BMS (Building Management System) to przykład kilku z wielu rozwiązań podnoszących funkcjonalność oraz bezpieczeństwo obiektów. Nowe technologie skupiają się również na optymalizacji zużycia energii oraz mediów, redukując dzięki temu koszty, co ma podstawowe znaczenie dla właściciela.

Postęp w zakresie elektroniki spowodował, że nasze urządzenia są szybsze i mniejsze, ale jednocześnie również mniej odporne na zaburzenia. Dlatego też prawidłowe działanie nowoczesnych urządzeń elektrycznych i elektronicznych wymaga, aby poziom oddziaływań elektromagnetycznych na urządzenia był utrzymany poniżej pewnych wartości granicznych [4].

Problem strat finansowych spowodowanych złą jakością energii znany jest już od wielu lat. Na początku XXI w. szacowano, że problemy związane z jakością zasilania kosztują przemysł i handel Unii Europejskiej ok. 10 mld euro rocznie. Aby uniknąć kosztów

z powodu tych strat, potrzebne byłyby nakłady na środki zapobiegawcze stanowiące mniej niż 5% tych kosztów [3].

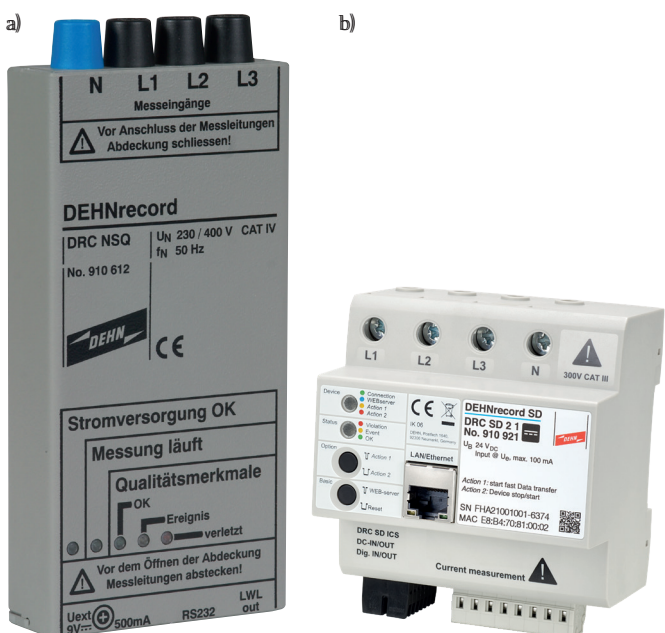
Obecnie gdy dookoła królują technologie smart, problem jakości energii przybiera na znaczeniu. Smart city (inteligentne miasto) zakłada rozwój obszarów miejskich dzięki technologiom informacyjnym i komunikacyjnym. Dzięki wprowadzaniu nowoczesnych rozwiązań cyfrowych przestrzeń miejska powinna stać się przyjazna dla: mieszkańców, przedsiębiorców, turystów i władz. Wszędzie tam mamy do czynienia z różnymi urządzeniami elektrycznymi, zasilanymi z różnych źródeł, które są połączone ze sobą w jeden organizm. Zakłócenie w pracy jednego z elementów, nie powinno wpływać na działanie innych połączonych z nim obszarów. Ale nie oznacza to, że takie zakłócenie nie może mieć miejsca.

Zasadniczym problemem związanym z koniecznością poprawy jakości zasilania jest odpowiedź na pytanie, jakie środki zapobiegawcze należy podjąć, aby zminimalizować ryzyko wystąpienia zakłóceń lub awarii? Kolejna kwestia to wielkość ponoszonych nakładów. Odpowiedź na te podstawowe pytania wymaga przede wszystkim konieczności poznania występujących problemów, a także oceny – jak dany problem wpływa na działalność firmy oraz jakie może powodować straty.

Na urządzenia elektryczne i elektroniczne mają wpływ zaburzenia elektromagnetyczne w instalacji zasilającej. Są to zakłóce-



Rys. 1. Smart City – powiązanie sieciowe różnych obszarów życia w mieście
Fig. 1. Smart City – network connection of various areas of life in a city



Rys. 2. Analizatory jakości energii w ofercie firmy DEHN: a) rejestrator jakości napięcia NSQ Recorder, b) analizator jakości energii elektrycznej w instalacjach nn – DEHNrecord SD

Fig. 2. Power quality analyzers in DEHN's portfolio: a) voltage quality recorder - NSQ Recorder, b) power quality analyzer for low voltage systems - DEHNrecord SD

nia przychodzące z zewnątrz, jak też oddziaływanie innych urządzeń przyłączonych do tej samej instalacji, które mogą również niekorzystnie wpływać na otoczenie. W publicznych sieciach niskiego napięcia na terenie Unii Europejskiej można założyć, że większa część podłączanych urządzeń ma oznaczenie CE. Oznacza to, że urządzenia muszą być zgodne z wymaganiami ochrony w zakresie emisji i odporności zgodnie z dyrektywą EMC. Wymagania te zostały zebrane w serii norm EN 61000 dotyczących kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) [5].



- 1 – zasilanie 230 V AC lub 24 V DC; dopasowane połączenie z ogranicznikami przepięć za pomocą szyny grzebieniowej, nie wymaga osobnego okablowania lub dobezpieczenia
- 2 – wskaźnik stanu LED
- 3 – komunikacja przez interfejs ethernetowy RJ45 z protokołami Modbus TCP/IP i MQTT 3.1
- 4 – parametryzacja przez internet
- 5 – kompaktowa obudowa o szerokości 5 modułów DIN
- 6 – montaż na szynie DIN
- 7 – przyłącza wejść i wyjść cyfrowych
- 8 – przyłącza cewek prądowych do pomiaru profilu obciążenia i mocy

Rys. 3. Budowa analizatora DEHNrecord SD
Fig. 3. Construction of the DEHNrecord SD analyzer



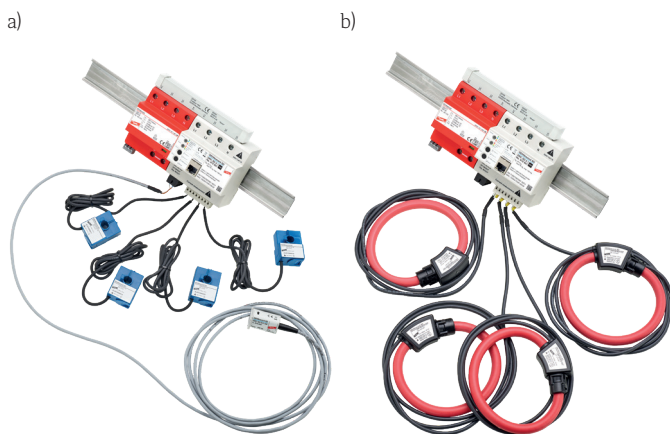
Rys. 4. Czujnik zewnętrzny do rejestracji uderzeń prądowych
Fig. 4. External sensor for recording current surges

Dokumentem formułującym wymagania po stronie dostawcy jest norma PN-EN 50160 [6], która określa parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach rozdzielczych. Norma EN 50160 definiuje wiele parametrów napięcia w warunkach pracy normalnej oraz podstawowe zakłócenia, z jakimi możemy się spotkać w sieciach niskiego napięcia. Aby móc skutecznie rozwiązywać problemy związane z koniecznością poprawy jakości zasilania, należy poznać i ocenić zjawiska, z jakimi mamy do czynienia, korzystając z systemów monitorowania energii.

Systemy monitorowania pojawiają się coraz częściej w sieciach należących do odbiorców. Z jednej strony rozwijający się rynek energii elektrycznej uruchamia mechanizmy bodźcowe wymuszające poprawę warunków dostawy energii elektrycznej. Z drugiej strony – odbiorca jako prosument (grupa prosumentów) również chce mieć wgląd w parametry energii.

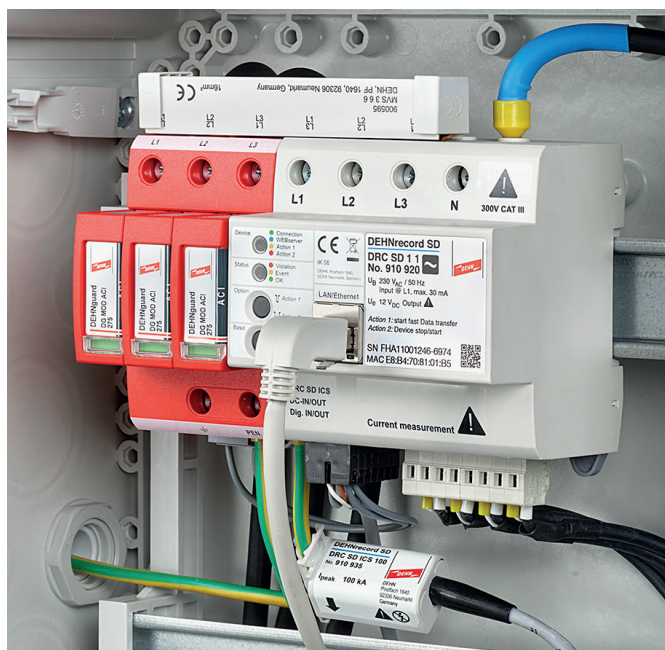
Monitoring w sieci może mieć charakter doraźny lub ciągły. W pierwszym przypadku pomiary wykonywane są najczęściej po wystąpieniu zdarzenia, a ich celem jest analiza przypadku i znalezienie rozwiązania dla konkretnego problemu technicznego. Nie można jednak zapominać, że parametry pracy systemu elektroenergetycznego podlegają ciągłej zmianie, w występujące zjawiska takie jak: zapady i wzrosty napięcia, przebiecia, zwarcia, krótkie przerwy w zasilaniu i inne, występują chwilowo i mają charakter losowy [2]. Ciągły monitoring dostarcza informacji o rzeczywistym stanie pracy monitorowanego systemu elektroenergetycznego, dzięki czemu możliwa jest kompleksowa analiza i ocena jakości energii elektrycznej. Na podstawie takiej długookresowej analizy możliwe jest podjęcie decyzji związanych z modernizacją i rozbudową istniejącej infrastruktury w celu optymalizacji zużycia energii.

Dzięki inteligentnym systemom pomiarowym, tzw. systemom smart meteringu obejmującym m.in. monitorowanie: zużycie energii elektrycznej (energy smart metering), efektywności ener-



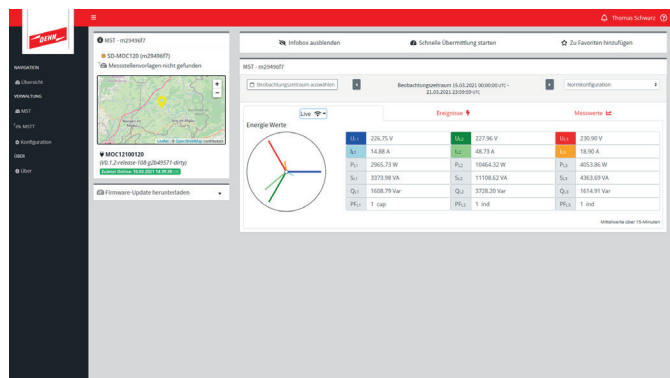
Rys. 5. Analizator DEHNrecord SD wyposażony w: a) przekładniki z dzielonym rdzeniem, b) cewki Rogowskiego

Fig. 5. DEHNrecord SD analyzer equipped with: a) split-core current transformers, b) Rogowski coils



Rys. 6. DEHNrecord SD zamontowany w rozdzielnicę przemysłowej obok ogranicznika przepięć DEHNguard ACI

Fig. 6. DEHNrecord SD installed in an industrial switchgear next to the DEHNguard ACI surge arrester



Rys. 7. Zrzut ekranu z programu do przeglądania danych w chmurze – pomiar profilu obciążenia i mocy

Fig. 7. A screenshot of a cloud data viewing software – measurement of the load and power profile

getycznej (energy efficiency smart metering) oraz jakości energii elektrycznej (power quality PQ smart metering) odbiorcy mają możliwość kontrolowania indywidualnego zużycia oraz generacji i magazynowania energii. Taki intensywny rozwój „inteligentnych” systemów związany jest też gwałtownym rozwojem odnawialnych źródeł energii.

W połowie pierwszej dekady XXI w. w ofercie firmy DEHN pojawił się przyrząd pomiarowy pozwalający na ocenę parametrów napięcia zasilającego zgodnie z zapisami normy PN-EN 50160. Był to prosty rejestrator DEHNrecord NSQ pozwala na tygodniową obserwację trójfazowej sieci energetycznej 230/400 V [8]. Obecnie firma DEHN proponuje klientom urządzenie o nazwie DEHN-record SD – nowoczesny analizator klasy A dopasowany do wymagań panujących w „inteligentnych” systemach smart.

Stosowane do pomiarów jakości energii elektrycznej analizatory powinny spełniać wytyczne zawarte w normie PN-EN 61000-4-30 [7]. Zdefiniowane w normie metody i algorytmy pomiaru oraz interpretacji wyników pomiaru parametrów pozwalają na jakości energii w sieciach zasilających prądu przemiennego o częstotliwości 50/60 Hz. Zapisy normy zdefiniują również trzy klasy pomiarów: A, S oraz B. Dla każdej klasy opisano metody pomiarowe oraz wymagania funkcjonalne. W rozproszonych systemach monitorowania parametrów jakości zasilania (np. instalacje prosumenckie) przy chęci wykorzystania pozyskanych wyników pomiarów do rozstrzygnięcia kwestii spornych i rozliczeń finansowych, zastosowane analizatory powinny spełniać wymagania klasy A.

DEHNrecord Smart Device (SD) to wielofunkcyjne urządzenie pomiarowo-analityczne do monitorowania jakości energii w instalacjach niskiego napięcia zgodnie z normą PN-EN 50160.

Pomiary obejmują następujące parametry: amplituda, częstotliwość, migotanie, zapad, przebiecie, przerwa w zasilaniu, asymetria, udział wyższych harmonicznych do 50. włącznie, napięcie sygnału. Urządzenie rejestruje również udarowe prądy impulsowe, jakie mogą pojawić się w instalacji elektrycznej. Dzięki specjalnemu czujnikowi zewnętrznemu możliwa jest rejestracja oraz analiza pod kątem czasu trwania, czasu narastania i ładunku udarów o amplitudzie 100 kA (8/20 μs oraz 10/350 μs) z rozdzielczością od 100 A.

Pomiar natężenia prądu, mocy i energii realizowany jest z wykorzystaniem cewek Rogowskiego lub przekładników z dzielonym rdzeniem. Zakres pomiarowy prądu dla objętych specyfikacją standardowych cewek Rogowskiego wynosi 2000 A, a standardowe przekładniki z dzielonym rdzeniem umożliwiają pomiar prądu do 120 A. Maksymalnie można podłączyć cztery zewnętrzne cewki pomiarowe, które mierzą prądy przewodów fazowych i prąd

w przewodzie neutralnym, co w połączeniu z pomiarem napięcia pozwala na określanie wartości mocy i energii.

Analizator rejestruje również przepięcia o częstotliwości sieciowej zgodnie z EN 50550 lub o ustalonych indywidualnie parametrach. Na podstawie zarejestrowanego zdarzenia może być wygenerowany np. komunikat lub funkcja wyłączenia albo może być zgłoszone obniżenie napięcia.

DEHNrecord SD wyposażony jest w trzy wejścia cyfrowe i dwa wyjścia cyfrowe, co pozwala zapewnić monitorowanie pod kątem zmian stanu lub połączenia logicznego, np. integracja zestyku zdalnej sygnalizacji SPD do monitorowania zdalnego lub impuls sterujący przy przekroczeniach wartości granicznych itp.

Połączenie analizatora z siecią może być zrealizowane przez ogranicznik przepięć za pomocą szyny grzebieniowej, co nie wymaga osobnego okablowania lub dobezpieczenia. Ograniczniki przepięć o szerokości 3 modułów DIN w układzie TN-C i 4 modułów w układzie TN-S i TT można przyłączyć bezpośrednio jak na rys. 6. Przykładowymi produktami są: DEHNventil M2, DEHNshield i DEHNguard ACI.

Parametryzacja ustawień podstawowych przyrządu, ustalenie wartości granicznych, danych geolokalizacyjnych itp. jest możliwa przez Internet z wykorzystaniem interfejsu ethernetowego RJ45 – protokół Modbus TCP/IP lub MQTT lub wykorzystaniem bramek internetowych. Analizator DEHNrecord zapewnia również rozwiązanie kompatybilne z IoT (Internet of Things, internet rzeczy). DEHNrecord SD można zintegrować z chmurą, aby uzyskać dostęp do wyników pomiarów w dowolnym momencie – również w podróży.

DEHNrecord SD doskonale nadaje się do stosowania w sieciach niskiego napięcia, gdzie stały monitoring z wykorzystaniem wysokiej jakości wielofunkcyjnych urządzeń pomiarowo-analitycz-

nych coraz bardziej zyskuje na znaczeniu. Ważnymi obszarami zastosowań analizatorów jakości energii są instalacje odnawialnych źródeł energii, systemy magazynowania połączone do sieci oraz miejsca styku instalacji OZE z publiczną siecią energetyczną. Niezawodny pomiar staje się coraz bardziej istotny również w instalacjach komercyjnych (biurowce, centra handlowe) i przemysłowych. Korzystając z systemu ciągłego monitorowania, można sprawować nadzór nad całym zakładem i prowadzić efektywniejszą gospodarkę energetyczną.

Więcej informacji na temat urządzenia DEHNrecord SD można znaleźć na stronie internetowej firmy DEHN, gdzie do pobrania są m.in. druk DS376 z podstawowymi informacjami o urządzeniu i akcesoriach czy też instrukcję obsługi.

LITERATURA

- [1] DEHNrecord Smart Device. Jakość zasilania w sieciach niskiego napięcia, druk DS376 firmy DEHN.
- [2] Firlit A. 2011. Ciągły monitoring i analiza jakości energii elektrycznej. *Elektroenergetyka*, 4(10).
- [3] Jakość zasilania poradnik, cz. 2.1. 2001. Koszty niskiej jakości zasilania, Polskie Centrum Promocji Miedzi.
- [4] Materiały międzynarodowego programu LPQI (Leonardo Power Quality Initiative), <http://www.lpqi.org>.
- [5] Olofsson M. 2009. Power Quality and EMC in Smart Grid. *Electrical Power Quality and Utilisation Journal*, XV (2).
- [6] PN-EN 50160 Parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach rozdzielczych.
- [7] PN-EN 61000-4-30 „Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 4-30: Metody badań i pomiarów – Metody pomiaru jakości energii”.
- [8] Wincencik K. 2006. DEHNrecord NSQ – kompleksowa ocena parametrów napięcia zasilającego zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 50160. *elektro.info*, 9.

DEHNrecord SD

wielofunkcyjne urządzenie pomiarowo-analityczne do monitorowania jakości energii



- pomiar jakości napięcia zgodnie z klasą A (certyfikacja wg IEC 61000-4-30)
- komunikaty zdarzeń przy przekroczeniu wartości granicznych zgodnie z normą EN 50160 oraz określonych indywidualnie
- pomiar przepięć o częstotliwości sieciowej zgodnie z EN 50550 oraz zapadów i przerw w zasilaniu
- pomiar profilu obciążenia i mocy
- elastyczna komunikacja przez interfejs ethernetowy RJ45 (protokół Modbus TCP/IP i MQTT 3.1)
- efektywna obsługa danych przez przetwarzanie brzegowe
- zintegrowane cyfrowe wejścia i wyjścia
- możliwość łączenia z ogranicznikami przepięć za pomocą szyny grzebieniowej



Ochrona przed przepięciami, ochrona odgromowa, sprzęt bezpieczeństwa DEHN chroni.