
Linie i stacje elektroenergetyczne średniego napięcia

Telemechanika

Standard w sieci dystrybucyjnej
ENEA Operator sp. z o.o.



Uchwałą numer 8/2026 Zarządu ENEA Operator sp. z o.o.
zatwierdzono do stosowania
z dniem 01.02.2026 r.

Opracowanie zastąpi wersję nr 12.2024 standardu pn.:
„Stacje elektroenergetyczne średniego napięcia. Zeszyt 5.
Telemechanika dla stacji transformatorowych SN/nn oraz
złączy/szaf kablowych SN”, zatwierdzoną Uchwałą nr
223/2025 Zarządu ENEA Operator sp. z o.o.

*Rada Techniczna ENEA Operator sp. z o.o.
Przewodniczący*

Łukasz Piasek

Wersja 12.2025

Wszelkie prawa do dokumentu przysługują ENEA Operator sp. z o.o. i podlegają ochronie prawnej przewidzianej przepisami prawa, w szczególności przepisami ustawy z dnia 04 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych.

Użytkownik obowiązany jest do poszanowania praw autorskich pod rygorem odpowiedzialności cywilnoprawnej oraz karnej wynikającej z przepisów prawa polskiego.

Spis treści

1.	WPROWADZENIE.....	3
2.	ZAKRES OPRACOWANIA	3
3.	PRZEPISY I NORMY	3
4.	PRZEPISY I NORMY	3
5.	DOKUMENTY ZWIĄZANE	4
6.	TELEMECHANIKA	4
6.1	PODSTAWOWE WYMAGANIA DLA SYSTEMU TELEMECHANIKI	4
6.2	INTERFEJSY STEROWNIKA.....	9
6.3	WYMAGANE FUNKCJONALNOŚCI DLA STEROWNIKA	10
6.4	WYMAGANIA DLA STRONY SN	14
6.5	ZASILACZ – WYMAGANIA OGÓLNE	14
6.6	AKUMULATORY – WYMAGANIA OGÓLNE	15
6.7	UKŁAD ZASILANIA I BATERIA AKUMULATORÓW	15
7.	GWARANCJE.....	17
8.	INFORMACJE DODATKOWE	17
9.	ZASTOSOWANIE INNYCH ROZWIĄZAŃ	17

1. WPROWADZENIE

Standard w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator sp. z o.o. dla telemechaniki zawiera podstawowe wymagania i rozwiązania techniczne, które powinny zostać spełnione dla linii napowietrznych SN i stacji transformatorowych SN/nn, złączy oraz szaf kablowych SN na obszarze działania ENEA Operator sp. z o.o.

Parametry techniczne określone w niniejszym dokumencie są wymaganiami minimalnymi.

2. ZAKRES OPRACOWANIA

Zakres opracowania określa wymagania w zakresie telemechaniki dla nowo budowanych linii napowietrznych SN, stacji transformatorowych kompaktowych prefabrykowanych SN/nn, złączy/szaf kablowych SN oraz istniejących w zakresie objętych ich rozbudową i przebudową.

Opracowanie dotyczy etapu projektowania i prowadzenia robót budowlanych.

3. PRZEPISY I NORMY

Przepisy i normy mające zastosowanie w niniejszym dokumencie, zostały wymienione w:

- a) punkcie 3 w Zeszycie „Elektroenergetyczne linie napowietrzne średniego napięcia”;
- b) punkcie 3 w Zeszycie 1 „Stacje elektroenergetyczne średniego napięcia”. Zeszyt 1. Stacje transformatorowe kompaktowe prefabrykowane SN/nn do 630 kVA oraz złącza/szafy kablowe SN.

Poprzez słowa „powinien” lub „należy” użyte w niniejszym Standardzie należy rozumieć „musi” lub „wymaga się”.

4. PRZEPISY I NORMY

ETSI	<i>(ang. European Telecommunications Standards Institute)</i> – niezależny instytut standaryzacyjny. Podstawowym zadaniem ETSI jest opracowywanie norm niezbędnych do stworzenia europejskiego rynku telekomunikacyjnego.
TCCA	<i>(ang. The Critical Communications Association, dawniej TETRA and Critical Communications Association)</i> – nazwa własna jednostki zajmującej się rozwojem technologii standardów łączności, w tym łączności krytycznej Tetra.
TETRA	<i>(ang. Terrestrial Trunked Radio)</i> – system wykorzystywany przez ENEA Operator – stworzony przez Europejski Instytut Norm Telekomunikacyjnych (ETSI) otwarty standard cyfrowej radiotelefonicznej łączności dyspozytorskiej (trunkingowej), powstały z przeznaczeniem zwłaszcza dla służb bezpieczeństwa publicznego i ratownictwa.

Pozostałe użyte w dokumencie definicje są zgodne z obowiązującymi w ENEA Operator sp. z o.o. regulacjami, w tym Standardami Sieci Dystrybucyjnej ENEA Operator sp. z o.o., w szczególności w zakresie Standardu: Stacje elektroenergetyczne 110 kV.

5. DOKUMENTY ZWIĄZANE

Dokumentami związanymi z niniejszym opracowaniem są:

- Instrukcja ruchu i eksploatacji sieci dystrybucyjnej ENEA Operator sp. z o.o.
- Instrukcja organizacji bezpiecznej pracy przy urządzeniach elektroenergetycznych w ENEA Operator sp. z o.o.
- Procedura edycji schematów i elementów baz danych w systemach SCADA w ENEA Operator sp. z o.o.

6. TELEMCHANIKA

6.1 Podstawowe wymagania dla systemu telemechaniki

6.1.1 Elektroenergetyczne linie napowietrzne średniego napięcia

Należy zastosować szafę sterowniczą przystosowaną do zabudowy na słupach linii napowietrznych SN spełniającą poniższe wymagania:

- szafę sterowniczą należy zainstalować zgodnie z zapisami standardu w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator: *Elektroenergetyczne linie napowietrzne średniego napięcia*;
- zastosować w dnie szafy zaślepienie przepusty kablowe umożliwiające wprowadzenie/wyprowadzenie przewodów (sterowniczych, sygnalizacyjnych, antenowych (TETRA, GSM), zasilających itd.) - dopuszcza się rozwiązanie z wykorzystaniem wielopionowego złącza (w dnie szafy) przez które zostaną wprowadzone/wyprowadzone przedmiotowe przewody;
- kanał do prowadzenia kabli/przewodów zgodny ze standardem *Elektroenergetycznych linii napowietrznych średniego napięcia*;
- kable i przewody obwodów wtórnych należy poprowadzić w szafie sterowniczej w zamkniętych korytkach kablowych, listwach elektroinstalacyjnych;
- kable i przewody obwodów wtórnych należy poprowadzić na słupie linii napowietrznych SN w rurach osłonowych HDPE odpornych na uszkodzenia mechaniczne i promieniowanie UV;
- wszystkie urządzenia zabudowane w szafie sterowniczej powinny być przystosowane do pracy w zakresie temperatur: $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \div +50\text{ }^{\circ}\text{C}$, za wyjątkiem baterii akumulatorów 24 V DC;
- zamontowane elementy wewnątrz szafy sterowniczej (w szczególności baterie akumulatorów) powinny umożliwiać swobodną wymianę i montaż bez ingerencji w inne elementy szafy;
- wykonana ze stali nierdzewnej lub aluminium pokrytego malaturą o grubości powłoki $75\text{ }\mu\text{m} \pm 25\text{ }\mu\text{m}$ (wymagana klasa przyczepności malatury do podłoża „0” zgodnie z PN-EN ISO 2409);
- wyposażona w półprzewodnikowy samo regulowalny element grzejny PTC (ang. Positive Temperature Co-efficient);
- przystosowana do montażu zamka - wkładki bębnekowej typu MasterKey. Zamek powinien zapewnić co najmniej trzypunktowe zamknięcie drzwi. Dodatkowo zamek powinien być wyposażony w uchwyt na kłódkę;

- wyposażona w przełącznik wyboru trybu sterowania (zdalne/lokalne, sterowanie zdalne/lokalne/odstawione, zbiorczy sygnał odstawione/dostawione) z przesyłaniem informacji o stanie ww. łącznika do systemu dyspozytorskiego;
- wyposażona w układ podtrzymania zasilania sterownika i terminali komunikacyjnych składający się z bezobsługowej baterii akumulatorów o pojemności min. 16 Ah i przewidywanej żywotności nie mniejszej niż 6 lat w temperaturze +25 °C, umożliwiającej w ciągu min. 24 godzin po zaniku napięcia ładującego akumulator wykonanie 10-krotnego cyklu WZ;
- wyposażona w 1-fazowe gniazdo serwisowe 230 V AC o stopniu ochrony IP20;
- wyposażona w wyłącznik krańcowy otwarcia drzwi z możliwością przesyłania informacji o jego stanie do systemu dyspozytorskiego;
- opisy wyposażenia wykonane w języku polskim;
- zastosowane listwy zaciskowe powinny być trwale opisane, przewody przyłączone do zacisków zaopatrzone w oznaczniki;
- wyposażona w sterownik obiektowy telemechaniki;
- wymiary szafy sterowniczej powinny być zgodne z zapisami standardu w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator: *Elektroenergetyczne linie napowietrzne średniego napięcia*, który uwzględnia wymagania wskazanego w pkt. 6.1.5.1;
- szafa sterownicza powinna posiadać czytelne oznakowanie CE umieszczone w sposób trwały w widocznym miejscu na obudowie.

6.1.2 Stacje elektroenergetyczne średniego napięcia

Należy zastosować szafę dla telemechaniki przystosowaną do zabudowy w stacjach transformatorowych SN/nn oraz złączach/szafach kablowych SN spełniającą poniższe wymagania:

- dla potrzeb instalacji anten zewnętrznych TETRA i GSM należy wykorzystać istniejące przepusty kablowe w ścianie złącza/stacji SN;
- szafę dla telemechaniki należy zainstalować na wysokości od 0,15 m do 1,5 m (dolna krawędź szafy) od poziomu terenu;
- kable i przewody obwodów wtórnych należy poprowadzić w zamkniętych korytkach kablowych, listwach elektroinstalacyjnych;
- wszystkie urządzenia zabudowane w szafie dla telemechaniki powinny być przystosowane do pracy w zakresie temperatur: $-20\text{ °C} \div +50\text{ °C}$, za wyjątkiem baterii akumulatorów 24 V DC;
- zamontowane elementy wewnątrz szafy dla telemechaniki (w szczególności baterie akumulatorów) powinny umożliwiać swobodną wymianę i montaż bez ingerencji w inne elementy szafy;
- wykonana ze stali nierdzewnej lub aluminium pokrytego malaturą o grubości powłoki $75\text{ }\mu\text{m} \pm 25\text{ }\mu\text{m}$ (wymagana klasa przyczepności malatury do podłoża „0” zgodnie z PN-EN ISO 2409);
- wyposażona w półprzewodnikowy samo regulowalny element grzejny PTC (ang. Positive Temperature Co-efficient);
- wyposażona w dławiki umożliwiające wprowadzenie przewodów sterowniczych, sygnalizacyjnych, antenowych, zasilających itd.). Dopuszcza się rozwiązanie

z wykorzystaniem wielopionowego złącza (w dnie lub w suficie szafy) przez które zostaną wyprowadzone przewody sterownicze, sygnalizacyjne i zasilające;

- przystosowana do montażu zamka - wkładki bębnekowej typu MasterKey. Zamek powinien zapewnić co najmniej trzypunktowe zamknięcie drzwi. Dodatkowo zamek powinien być wyposażony w uchwyt na kłódkę;
- wyposażona w przełącznik wyboru trybu sterowania (zdalne/lokalne, sterowanie zdalne/lokalne/odstawione, zbiorczy sygnał odstawione/dostawione) z przesyłaniem informacji o stanie ww. łącznika do systemu dyspozytorskiego;
- wyposażona w układ podtrzymania zasilania sterownika i terminali komunikacyjnych składający się z bezobsługowej baterii akumulatorów o pojemności min. 16 Ah i przewidywanej żywotności nie mniejszej niż 6 lat w temperaturze +25 °C, umożliwiającej w ciągu min. 24 godzin po zaniku napięcia ładującego akumulator wykonanie 10 krotnego cyklu WZ;
- wyposażona w 1- fazowe gniazdo serwisowe 230 V AC o stopniu ochrony IP20;
- wyposażona w wyłącznik krańcowy otwarcia drzwi z możliwością przesyłania informacji o stanie krańcówki do systemu dyspozytorskiego (niniejsze wymaganie dotyczy przesyłu odrębnych informacji niż te, które związane są z otwarciem drzwi stacji);
- opisy wyposażenia wykonane w języku polskim;
- zastosowane listwy zaciskowe powinny być trwale opisane, przewody przyłączone do zacisków zaopatrzone w oznaczniki;
- wyposażona w sterownik obiektowy telemechaniki;
- wymiary szafy dla telemechaniki powinny być zgodne z zapisami standardu w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator: *Stacje elektroenergetyczne średniego napięcia*, który uwzględnia wymagania wskazanego w pkt. 6.1.5.1;
- szafa dla telemechaniki powinna posiadać czytelne oznakowanie CE umieszczone w sposób trwały w widocznym miejscu na obudowie.

6.1.3 Wymagania dla sterownika telemechaniki średniego napięcia

- 6.1.3.1. Sterownik powinien mieć możliwość komunikacji radiowej z co najmniej dwoma niezależnymi drogami z systemem SCADA. Podstawowym kanałem komunikacji jest system TETRA, a rezerwowym kanałem komunikacji są sieci GSM operatorów telekomunikacyjnych.
- 6.1.3.2. Sterownik może być wyposażony w zintegrowany modem komunikacyjny umożliwiający transmisję radiową co najmniej w technologii 4G/2G w pasmach częstotliwości 700/800/900/1800/2100/2600 MHz. Dopuszcza się by modem telekomunikacyjny nie stanowił integralnej części sterownika telemechaniki.
- 6.1.3.3. Modem komunikacyjny powinien umożliwiać automatyczne przełączanie między technikami transmisji.
- 6.1.3.4. Sterownik powinien:
 - umożliwiać podłączenie i współpracę z zewnętrznym modemem komunikacyjnym pracującym w systemie TETRA poprzez np. RS232, RS485 lub Ethernet,
 - lub

- posiadać zintegrowany moduł komunikacyjny pracujący w systemie TETRA z możliwością podłączenia dodatkowego zewnętrznego modemu komunikacyjnego pracującego w systemie TETRA poprzez np. RS232, RS485 lub Ethernet.
- 6.1.3.5. Sterownik powinien umożliwiać podłączenie go do istniejącego Systemu Dyspozytorskiego (koncentratory, serwery, itp.).
- 6.1.3.6. Sterownik powinien zapewniać jednoczesną łączność z wieloma urządzeniami komunikacyjnymi (trzy różne adresy IP) w Systemie Dyspozytorskim.
- 6.1.3.7. Sterownik powinien posiadać zaimplementowane standardowe protokoły komunikacyjne stosowane w energetyce: DNP3.0, DNP3.0 over IP, DNP3.0 over SDS, PN-EN 60870-5-101, PN-EN 60870-5-103, PN-EN 60870-5-104, Modbus RTU, Modbus TCP. Liczba i typ zaimplementowanych protokołów powinna być dostosowana do konfiguracji projektowanego systemu telemechaniki.
- 6.1.3.8. Komunikacja z systemem SCADA w protokole DNP3.0 over SDS dla komunikacji w systemie TETRA. Komunikacja z systemem SCADA w protokole DNP3.0 over IP dla komunikacji GSM i LAN w standardzie Ethernet.
- 6.1.3.9. Sterownik powinien posiadać możliwość zdalnej i lokalnej aktualizacji oprogramowania wewnętrznego (firmware) za pomocą protokołów (SCP lub SFTP lub HTTPS) przy użyciu dedykowanego oprogramowania serwisowego. Dopuszcza się rozwiązanie aktualizacji oprogramowania wewnętrznego (firmware) sterowników z wykorzystaniem centralnego serwera zarządzającego wskazanym oprogramowaniem.
- 6.1.3.10. Sterownik powinien posiadać możliwość zdalnej i lokalnej konfiguracji za pomocą plików i protokołów (SCP lub SFTP lub HTTPS) przy użyciu dedykowanego oprogramowania serwisowego z wykorzystaniem szyfrowanego protokołu (np. protokołu TLS). Dopuszcza się rozwiązanie zdalnej konfiguracji sterowników z wykorzystaniem centralnego serwera.
- 6.1.3.11. Sterownik powinien umożliwiać zdalny i lokalny restart za pomocą dedykowanego oprogramowania serwisowego. Wymagana jest realizacja restartu w sterowniku na poziomie sprzętowym (tzw. zimny reset).

6.1.4 Wymagania dla instalacji antenowych terminali komunikacyjnych

- 6.1.4.1 Przy projektowaniu anten obligatoryjnie należy przyjąć zasadę montażu obu anten, tj. systemu TETRA oraz sieci GSM operatorów telekomunikacyjnych.
- 6.1.4.2 Każda instalacja powinna być poprzedzona pomiarami poziomu sygnału TETRA i GSM przeprowadzonymi przez wykonawcę. W zależności od wyników pomiarów należy dobrać miejsce instalacji oraz typ anten dla instalacji TETRA i GSM.
- 6.1.4.3 Dla anten TETRA w przypadku linii napowietrznych SN należy przyjąć zasadę montażu anten na wierzchołkach słupów. W przypadku stacji SN/nn dopuszczona jest możliwość instalacji anten zewnątrz stacji – zgodnie ze Standardami wskazanymi w pkt.3 powyżej.
- 6.1.4.4 Dla anten GSM w przypadku linii napowietrznych SN należy przyjąć zasadę montażu anten na słupie. W przypadku stacji SN/nn dopuszczona jest możliwość instalacji anten wewnątrz lub na zewnątrz budynku stacji – zgodnie ze Standardami wskazanymi w pkt.3 powyżej.

6.1.5 Wymagania dla terminala komunikacyjnego TETRA

- 6.1.5.1 W szafce sterowniczej na liniach napowietrznych SN i w szafkach telemechaniki na stacjach SN/nn musi być przewidziane miejsce (minimum 70 mm x 200 mm x 220 mm (WxSxG)) na montaż terminala komunikacyjnego TETRA z niezbędnym okablowaniem (m.in. kablem łączącym terminal ze sterownikiem oraz odgromnikiem na kablu antenowym).
- 6.1.5.2 Terminal komunikacyjny TETRA (zewnętrzny lub zintegrowany w sterowniku telemechaniki) powinien pracować w standardzie ETSI dedykowanym dla systemów TETRA: <https://www.etsi.org/committee/1416-tcce>. W przypadku terminala pochodzącego od innego producenta niż producent systemu TETRA wykorzystywanego przez ENEA Operator - należy dla terminala komunikacyjnego przedłożyć wraz z ofertą certyfikat IOP (Interoperability Certificates), zgodny z TCCA, potwierdzający współpracę z systemem TETRA ENEA Operator w zakresie funkcjonalności radiowych opisanych w punkcie 6.1.5.3.
- 6.1.5.3 Terminal komunikacyjny TETRA (zewnętrzny lub zintegrowany w sterowniku telemechaniki) powinien posiadać następujące parametry:
- znamionowe napięcie zasilania – 12 VDC,;
 - maksymalny pobór prądu – 6 A;
 - regulowana moc nadawcza – od 3 W do 10 W;
 - pasmo częstotliwości – 380 ÷ 430 MHz;
 - port zewnętrzny RS232, RS485 lub Ethernet do komunikacji ze sterownikiem telemechaniki;
 - gniazdo antenowe – typ „BNC”;
 - możliwość obsługi Ethernet-u (w zakresie Ethernetu musi wspierać standard wieloszczelinowej transmisji pakietowej z wykorzystaniem warstwy sieciowej IP przez protokół PPP i TETRA SNDPCP);
 - możliwość dołączenia złącza diagnostycznego z wyświetlaczem w celu sprawdzenia poprawności działania terminala oraz w sytuacjach krytycznych wykonania połączenia;
 - możliwość lokalnej i zdalnej obsługi radioterminala z wykorzystaniem oprogramowania dedykowanego przez producenta tego terminala;
 - możliwość pracy w systemie TETRA ENEA Operator po wgraniu klucza szyfrującego z systemu dystrybucji kluczy ENEA Operator;
 - powinien być wyposażony w niezbędne licencje umożliwiające spełnienie poniższych funkcjonalności:
 - obsługa SDS-ów z wykorzystaniem protokołów DNP3.0 i IEC 60870-5-101 (konkatenowane /składane do 1000 znaków),
 - obsługa wieloszczelinowej transmisji danych,
 - obsługa szyfrowania TEA1, numer katalogowy GA00377AA,
 - obsługa funkcji związanych z szyfrowaniem interfejsu radiowego TETRA za pomocą kluczy: SCK - DMO i TMO, DCK, CCK oraz GCK.
 - posiadanie funkcji migrowania terminala do innej sieci szyfrowanej,
 - obsługa więcej niż jednego kanału sterującego,
 - obsługa GPS,

- zdalna usługa kill/unkill.
- powinien gwarantować poprawną współpracę z urządzeniem sterowniczo – zabezpieczeniowym.

6.2 Interfejsy sterownika

6.2.1. Sterownik dla linii napowietrznych SN powinien posiadać co najmniej poniższe fizyczne interfejsy (minimum):

- | | |
|-------------------------------|--|
| 6.2.1.1. Port Ethernet 10/100 | – 1 szt. |
| 6.2.1.2. Port szeregowy RS232 | – 2 szt. |
| 6.2.1.3. Port szeregowy RS485 | – 2 szt. |
| 6.2.1.4. Wejścia dwustanowe | – ilość dostosowana do rodzaju i konfiguracji łączników. |
| 6.2.1.5. Wyjścia dwustanowe | – ilość dostosowana do rodzaju i konfiguracji łączników. |
| 6.2.1.6. Wejścia analogowe | – Ilość i rodzaj wejść dostosowana do układu pomiarowego aparatów. |

6.2.2. Sterownik dla stacji SN/nn powinien posiadać co najmniej poniższe fizyczne interfejsy (minimum):

- | | |
|-------------------------------|---|
| 6.2.2.1. Port Ethernet 10/100 | – 1 szt. |
| 6.2.2.2. Port szeregowy RS232 | – 2 szt. |
| 6.2.2.3. Port szeregowy RS485 | – 2 szt. |
| 6.2.2.4. Wejścia dwustanowe | – ilość dostosowana do rodzaju i konfiguracji rozdzielnic. |
| 6.2.2.5. Wyjścia dwustanowe | – ilość dostosowana do rodzaju i konfiguracji rozdzielnic. |
| 6.2.2.6. Wejścia analogowe | – ilość i rodzaj dostosowana do zastosowanych układów pomiarowych w polach rozdzielnic. |

6.2.3. Parametry interfejsów:

- | |
|---|
| 6.2.3.1. Port Ethernet 10/100 BASE-T (auto negocjacja prędkości, auto MDI-X, tryb full/half duplex, sygnalizacja stanu komunikacji Link/Activity/Speed na diodach LED). |
| 6.2.3.2. Port szeregowy RS232 (tryb 3w: RX, TX, GND, tryb synchroniczny i asynchroniczny prędkość 300 b/s do 19 200 b/s). |
| 6.2.3.3. Port szeregowy RS-485 (tryb 2w lub 4w, dla 2w sygnały: DATA (B)+, DATA (A)-, GND, konfigurowalna prędkość w zakresie 1200 b/s do 115 200 b/s). |

6.2.4. Parametry wejść/wyjść dwustanowych:

- | |
|--|
| 6.2.4.1. Sterownik powinien posiadać wejścia dwustanowe potencjałowe (przystosowane do polaryzacji zewnętrznym napięciem), o parametrach nie gorszych niż: |
|--|

- a) wartość znamionowa zewnętrznego napięcia: 24 V DC;
 - b) dozwolona zmiana wartości napięcia: od -20 % do +20 %;
 - c) minimalne napięcie zmiany stanu (z 0 na 1 logiczne) – próg przełączenia: 15 V DC;
 - d) pobór prądu przez wejście w stanie aktywnym nie więcej niż 8mA przy 24V DC.
- 6.2.4.2. Wymaga się, aby stan aktywny wejścia (podanie napięcia) oznaczał logiczną „1”.
- 6.2.4.3. Wejścia/grupy wejść muszą być izolowane galwanicznie.
- 6.2.4.4. Sterownik powinien wykryć zmiany stanu na wejściu dwustanowym o czasie trwania poniżej 10 ms.
- 6.2.4.5. Sterownik powinien posiadać wyjścia dwustanowe przekaźnikowe (bez potencjałowe - przystosowane do polaryzacji zewnętrznym napięciem), o parametrach:
- a) wartość komutowanego napięcia: min. 24 V DC;
 - b) prąd ciągły: min. 100 mA.
- 6.2.4.6. Stan wyjść sterownika w stanie braku zasilania normalnie otwarty (NO).
- 6.2.4.7. Wyjścia sterownika muszą być izolowane galwanicznie.
- 6.2.4.8. Zaciski sterownika przeznaczone do podłączenia wejść/wyjść dwustanowych powinny umożliwiać przyłączenie przewodu o przekroju w zakresie od 0,5 mm² do 1,5 mm².

6.3 Wymagane funkcjonalności dla sterownika

Sterownik powinien posiadać zaimplementowane poniższe funkcjonalności:

6.3.1 W zakresie sprzętowym i programowym:

- a) obsługa protokołów sieciowych TCP/IP oraz UDP;
- b) kontrola przez sterownik stanu łącza poprzez:
 - Funkcję ICMP do zdefiniowanego hosta;
 - Funkcję kontroli przepływu danych w kanale telemechaniki;
- c) dla służb eksploatacji należy udostępnić i uruchomić kanał inżynierski oraz dostarczyć oprogramowanie umożliwiające zdalny dostęp do sterowników obiektowych;
- d) kanał inżynierski nie może zakłócać transmisji w kanale telemechaniki;
- e) w ramach lokalnej i zdalnej diagnostyki sterownik powinien udostępniać poniższe informacje:
 - Numer seryjny;
 - Wersja sprzętu;
 - Wersja oprogramowania;
 - Numer IMEI modemu;

- Status terminala TETRA:
 - siła sygnału [0-31 kresek],
 - siła sygnału [dBm],
 - numer od którego przyszedł SDS,
 - ilość sąsiednich komórek,
 - numer własny ISSI,
 - Status modemu radiowego:
 - Brak karty SIM,
 - Karta SIM uszkodzona,
 - Błędny kod PIN,
 - Podaj kod PUK,
 - Brak sieci GSM,
 - Brak dostępu do usługi GPRS/EDGE/UMTS/LTE,
 - Nawiązana sesja PPP (zalogowany do APN),
 - Typ wykorzystywanej techniki komunikacyjnej w sieci GSM: 2G, 4G;
 - Poziom sygnału GSM podłączonej stacji bazowej BTS;
 - Adres IP przypisany do karty SIM;
 - Technologia radiowa ustawiona w module: auto, 2G, 4G;
 - Brak odpowiedzi na pakiet kontrolny 64B przesyłany protokołem ICMP lub SNMP v3;
 - Czas odpowiedzi na pakiet kontrolny 64B przesyłany protokołem ICMP lub SNMP v3;
 - Restart modemu.
- f) wszystkie informacje zdarzeniowe (np. status modemu komunikacyjnego) powinny być zapisywane w wewnętrznym logu sterownika. Wymaga się, aby zapisy w logu sterownika były przechowywane co najmniej przez okres 5 dni;
- g) wymaga się zewnętrznej sygnalizacji diodowej stanu pracy sterownika/modemu oraz poziomu mocy odbieranego sygnału GSM;
- h) zdalny dostęp do sterownika w celu zmiany konfiguracji i oprogramowania wewnętrznego (firmware) powinien wymagać uwierzytelnienia. Sterownik powinien umożliwiać uwierzytelnianie za pomocą kluczy publicznych i prywatnych tam, gdzie to może znaleźć zastosowanie;
- i) sterownik powinien umożliwiać zdalną lub lokalną zmianę konfiguracji i oprogramowania wewnętrznego (firmware) przy pomocy szyfrowanego protokołu. Algorytm szyfrowania i użyty klucz powinny zapewniać siłę nie gorszą niż AES-128;
- j) sterownik powinien zapewnić możliwość obsługi kluczy z certyfikatami zgodnymi ze standardem X.509 (klucze będą generowane w Infrastrukturze Klucza Publicznego (PKI)) tam, gdzie może to znaleźć zastosowanie;

- k) sterownik powinien posiadać zaimplementowany mechanizm wymiany/uaktualniania kluczy publicznych i prywatnych. Tam gdzie to może znaleźć zastosowanie, należy zastosować protokół SCEP lub EST oraz mechanizm sprawdzania kluczy poprzez protokół OCSP (ewentualnie mechanizm CRL);
- l) sterownik powinien posiadać możliwość tworzenia tuneli VPN IPsec (wymagany IKEv2) w trybie „Remote access” (client-site) VPN;
- m) sterownik powinien mieć możliwość realizacji funkcji uwierzytelnienia poleceń zgodnie z normą IEC/TS 62351-5:2023-07: Zarządzanie systemem elektroenergetycznym i związana z tym wymiana informacji -- Ochrona danych komunikacji - Część 5: Bezpieczeństwo dla IEC 60870-5 i pochodnych;
- n) sterownik powinien mieć możliwość wykorzystania mechanizmów szyfrowania zgodnie z normą PN-EN 62351-3:2024-03: Zarządzanie systemem elektroenergetycznym i związana z tym wymiana informacji -- Ochrona danych komunikacji -- Część 3: Komunikacja sieciowa i system bezpieczeństwa -- Profile zawierające TCP/IP do komunikacji z systemem SCADA;
- o) sterownik powinien mieć możliwość szyfrowania komunikacji z systemem SCADA algorytmem AES o długości klucza minimum 256 bitów;
- p) sterownik powinien mieć możliwość konfiguracji z co najmniej 2 źródeł synchronizacji czasu (protokół NTP, protokół do komunikacji ze SCADA).

6.3.2 Dodatkowe funkcjonalności w przypadku zastosowania rozłączników:

- a) wymaga się, aby sterowniki posiadały zabudowane moduły sygnalizatorów przepływu prądów zwarciovych dla zwarć doziemnych i międzyfazowych (moduł sygnalizacji zwarć);
- b) moduł sygnalizacji zwarć powinien:
 - być wyposażony w dwa przyciski TEST i KASOWANIE;
 - wykrywać zwarcia doziemne i międzyfazowe w sieciach kompensowanych z automatyką AWSC oraz uziemionych przez rezystor;
 - zapewniać działanie kryterium konduktancyjnego, admitancyjnego, nadprądowego z możliwością wybrania kierunków działania dla wszystkich kryteriów;
 - umożliwiać przesyłanie pomiarów (minimum) prądów fazowych oraz napięć fazowych i międzyfazowych do systemu dyspozytorskiego;
 - mieć możliwość kasowania alarmu przez telemechanikę;
 - umożliwiać konfigurację sygnalizatora zwarć zdalnie przez kanał inżynierski.
- c) sterownik powinien rejestrować zdarzenia i zakłócenia z sygnalizatorów zwarć w nieulotnej pamięci. Odczyt plików z rejestratora zdarzeń i zakłóceń powinien być dostępny lokalnie i zdalnie poprzez kanał inżynierski;
- d) sterownik (sygnalizator) powinien zapewniać możliwość konfiguracji i zmiany banków nastaw (minimalna ilość banków 4).

6.3.3 Dodatkowe funkcjonalności w przypadku zastosowania wyłącznika do współpracy z sygnalizatorem:

- a) wymaga się, aby sterowniki posiadały zabudowane moduły sygnalizatorów przepływu prądów zwarciovych dla zwarć doziemnych i międzyfazowych (moduł sygnalizacji zwarć);
- b) moduł sygnalizacji zwarć powinien:
 - wykrywać zwarcia doziemne i międzyfazowe w sieciach kompensowanych z automatyką AWSC oraz uziemionych przez rezystor;
 - zapewniać działanie kryterium konduktancyjnego, admitancyjnego, nadprądowego z możliwością wybrania kierunków działania dla wszystkich kryteriów;
 - umożliwiać przesyłanie pomiarów (minimum) prądów fazowych oraz napięć fazowych i międzyfazowych do systemu dyspozytorskiego;
 - mieć możliwość kasowania alarmu przez telemechanikę;
 - umożliwiać konfigurację sygnalizatora zwarć zdalnie przez kanał inżynierski.
- c) sterownik powinien rejestrować zdarzenia i zakłócenia z sygnalizatorów zwarć w nieulotnej pamięci. Odczyt plików z rejestratora zdarzeń i zakłóceń powinien być dostępny lokalnie i zdalnie poprzez kanał inżynierski;
- d) sterownik (sygnalizator) powinien zapewniać możliwość konfiguracji i zmiany banków nastaw (minimalna ilość banków 4).

6.3.4 Dodatkowe funkcjonalności w przypadku zastosowania wyłącznika do współpracy z zabezpieczeniem:

- a) każda funkcja zabezpieczeniowa powinna mieć możliwość przyporządkowania atrybutu: praca na wyłączenie lub praca na sygnalizację;
- b) sterownik powinien umożliwiać komunikację poprzez łącze inżynierskie z zabezpieczeniem.
- c) minimalne parametry zabezpieczenia pola:
 - minimum 12 wejść i 4 wyjść przekaźnikowych;
 - dwa porty szeregowo RS 485: COM1 do SCADA oraz COM2 do łącza inżynierskiego (dopuszcza się możliwość realizacji lokalnej na stacji/złączu/szafie pomiędzy sterownikiem głównym a zabezpieczeniem za pomocą transmisji ETHERNET);
 - wejścia binarne z blokadą napięciową 24V DC;
 - funkcje zabezpieczeniowe:
 - nadprądowe fazowe kierunkowe;
 - nadprądowe doziemne kierunkowe;
 - kryterium konduktancyjne wykrywania zwarć doziemnych z możliwością wybrania kierunku działania;
 - kryterium admitancyjne wykrywania zwarć doziemnych z możliwością wybrania kierunku działania;
 - kierunkowe mocowe: czynno- i biernomocowe;
 - asymetria prądowa;
 - nadnapięciowe;

- podnapięciowe;
 - składowa U_0 ;
 - asymetria napięciowa;
 - SPZ;
 - częstotliwościowe pod i nad w zależności od nastawy;
 - df/dt (ROCOF) chwilowa zmiana częstotliwości (blokada napięciowa, możliwość dostawienia automatyki SCO).
- d) należy zapewnić rejestrację zdarzeń;
- e) należy zapewnić rejestrację zakłóceń;
- f) należy zapewnić aby dynamiczny rejestrator przebiegów zakłóceń był w formacie Comtrade;
- g) należy zapewnić min. 5 zapisów trwających 3 s (zmniejszając ilość zapisów zwiększamy okno pomiarowe - bufor pamięci 15 s);
- h) zabezpieczenie powinno zapewniać możliwość konfiguracji i zmiany banków nastaw (minimalna ilość banków 4).

6.4 Wymagania dla strony SN

6.4.1 Pomiary:

Po stronie SN do pomiaru napięcia należy stosować sensory napięciowe jako pojemnościowy lub rezystancyjny dzielnik napięcia. Pomiar napięcia wymagany jest dla każdego pola liniowego / łącznika napowietrznego.

Do pomiaru prądu jako podstawowe rozwiązanie należy stosować przetworniki prądowe. Dopuszcza się stosowanie sensorów kombinowanych oraz przekładników prądowych. Pomiar prądu wymagany jest dla każdego pola liniowego / łącznika napowietrznego.

6.4.2 Napędy:

Napędy łączników powinny być zasilane napięciem 24 V DC. Sygnalizację stanu położenia łączników SN realizować dwubitowo.

6.4.3 Blokady:

Każde pole liniowe / łącznik napowietrzny powinny być wyposażone w blokadę zdalnego sterowania, którą można wyłączyć tylko lokalnie.

6.4.4 Pola liniowe:

Pola liniowe powinny umożliwiać zastosowanie telemechaniki na napięcie 24 V DC. Zdalna sygnalizacja, sterowanie oraz pomiary powinna być możliwa do podłączenia bez konieczności demontażu rozdzielnicy.

6.5 Zasilacz – wymagania ogólne

- 6.5.1 Urządzenie powinno posiadać, przytwierdzoną w sposób trwały do obudowy, tabliczkę zawierającą, co najmniej: oznaczenie producenta, typ urządzenia oraz numer seryjny (unikatowy numer identyfikacyjny) urządzenia oraz istotne parametry techniczne.

- 6.5.2 Urządzenie powinno posiadać oznakowanie CE umieszczone w sposób trwały na obudowie w miejscu, które będzie widoczne po jego zabudowaniu.
- 6.5.3 Urządzenie powinno posiadać trwałe, jednoznaczne oznaczenie złącz. Tam, gdzie jest to konieczne dla zapewnienia jednoznaczności podłączenia przewodów, oznaczenie powinno zawierać wskazanie numerów zacisków lub opis symboliczny zacisków.

6.6 Akumulatory – wymagania ogólne

- 6.6.1 Urządzenie powinno posiadać, naniesione w sposób trwały dane znamionowe obejmujące co najmniej: oznaczenie producenta, typ urządzenia oraz numer seryjny (unikatowy numer identyfikacyjny) urządzenia oraz istotne parametry techniczne m.in.: napięcie znamionowe akumulatora, pojemność akumulatora, oznaczenie technologii, w której został wykonany. Ponadto wymaga się, aby podana była data produkcji akumulatora, a także wymagane symbole bezpieczeństwa oraz oznaczenie CE potwierdzające zgodność z Rozporządzeniem UE 2023/1542.

6.7 Układ zasilania i bateria akumulatorów

- 6.7.1 Układ zasilania 24/12 V DC wraz z akumulatorami stanowi główne źródło zasilania wszystkich obwodów w szafie sterowniczej na liniach napowietrznych SN i w szafie telemechaniki na stacjach SN/nn tj. obwód zasilania urządzeń telekomunikacyjnych, obwód zasilania sterownika telemechaniki oraz urządzeń do wykrywania i sygnalizacji zwarć, obwody sterowania i sygnalizacji oraz obwód zasilania urządzeń.
- 6.7.2 Układ zasilania 24/12 V DC będzie zasilany napięciem 230 V AC.
- W przypadku linii napowietrznych SN przekładnikiem zasilającym o mocy minimalnej 400 VA. Zasilanie należy zrealizować poprzez dedykowane zabezpieczenie przed zwarciami zainstalowane w skrzynce SBI zlokalizowaną nad szafką sterowniczą.
 - W przypadku stacji SN/nn z obwodu niskiego napięcia stacji.
 - W przypadku złącza ZKSN z przekładnika SN/nn o minimalnej mocy pozornej 1200 VA.
 - Przekładnik napięciowy SN/nn należy zabudować w polu zasilającym ZKSN dla złącza bez układu pomiarowego.
 - Przekładnik musi posiadać bezpieczniki po stronie SN, aby w przypadku awarii przekładnika nie robił zwarcia dla strony SN złącza i nie doszło do wydzielenia nadmiernej mocy na uszkodzonym przekładniku.
 - Przewody strony dolnego napięcia powinny być zabezpieczone możliwie jak najbliżej przekładnika z zapewnieniem bezpiecznej obsługi.
 - Przekrój przewodu zasilającego układ - Cu minimum 2,5 mm².
 - Dla ZKSN powinien być zastosowany przewód zasilający o podwyższonej izolacji.
- 6.7.3 Znamionowe napięcie po stronie DC: 24 V DC i 12 V DC.
- 6.7.4 Dopuszczalny zakres zmian napięcia wyjściowego w pracy buforowej dla terminala komunikacyjnego TETRA: 10,8 V ÷ 15,6 V.
- 6.7.5 Dopuszczalny zakres zmian napięcia wyjściowego w pracy buforowej dla sterownika telemechaniki i modemu GSM: 20,5 V ÷ 25,5 V DC.
- 6.7.6 Dopuszczalny zakres napięcia ładowania z uwzględnieniem kompensacji temperaturowej ładowania: do 29 V DC.

- 6.7.7 Układ zasilania 24/12 V DC powinien posiadać zabezpieczenia przed zwarciami zarówno po stronie AC jak i DC.
- 6.7.8 Obwód baterii akumulatorów oraz obwód zasilania urządzeń 24 V DC w rozdzielnicy SN wykonać przewodem o przekroju min. 2,5 mm².
- 6.7.9 Każdy z wymienionych obwodów DC powinien być zabezpieczony przed skutkami zwarc.
- 6.7.10 Bateria akumulatorów powinna być zabezpieczona przed skutkami zwarc. Zabezpieczenie zastosować na zaciskach akumulatorów lub listwie przyłączeniowej jak najbliżej baterii. Bateria powinna składać się z dwóch akumulatorów 12 V.
- 6.7.11 Minimalna pojemność baterii akumulatorów: 16 Ah.
- 6.7.12 Technologia wykonania akumulatorów: VRLA - AGM lub żelowa.
- 6.7.13 Na wejściu 230 V AC układu zasilania zastosować zabezpieczenia przeciwprzepięciowe.
- 6.7.14 Układ zasilania 24/12 V DC powinien zapewniać prawidłową pracę jednostki sterująco-ładującej z akumulatorem. Oznacza to, że układ zasilania 24/12 V DC powinien posiadać i realizować:
- a) zabezpieczenie przed głębokim rozładowaniem, czyli odłącza akumulatory od zasilania, gdy napięcie na zaciskach baterii akumulatorów będzie wynosiło 21 V DC (+/- 0,5 V);
 - b) ładowanie akumulatora realizowane jest zgodnie z wymaganiami producenta baterii z wykorzystaniem układu regulacji termicznej napięcia ładowania baterii;
 - c) testowanie baterii akumulatorów poprzez automatyczne i cykliczne (nie rzadziej niż co 24h) sprawdzanie: ciągłości obwodu dołączonej baterii, stopnia rozładowania, uszkodzenia baterii.
- 6.7.15 Układ zasilania 24/12 V DC wraz z baterią akumulatorów powinien sygnalizować następujące stany pracy:
- a) praca z baterii akumulatorów, brak napięcia zasilania 230 V AC;
 - b) niskie napięcie na baterii akumulatorów, $U_{bat} = 21$ V DC;
 - c) awaria baterii akumulatorów;
 - d) awaria układu zasilania.
- 6.7.16 Sygnalizacja stanów pracy powinna być przekazana do sterownika z wykorzystaniem wyjść dwustanowych lub za pomocą interfejsu cyfrowego tj. portu RS 232 i/lub RS485 z wykorzystaniem protokołów wskazanych w pkt. 6.1.3.7. Liczba i typ zaimplementowanych protokołów powinna być dostosowana do konfiguracji projektowanego systemu telemechaniki.
- 6.7.17 Wymagana jest diagnostyka stanu pracy układu zasilania z wykorzystaniem diod LED.
- 6.7.18 Każde z urządzeń składających się na układ zasilania 24/12 V DC powinno posiadać trwałe i jednoznaczne oznaczenia złącz.
- 6.7.19 Każde z urządzeń składających się na układ zasilania 24/12 V DC powinno:
- a) posiadać tabliczkę znamionową z oznaczeniem producenta, typu urządzenia, istotnych parametrów technicznych oraz oznaczeniem CE;
 - b) umożliwiać montaż na szynie TH35 (poza akumulatorami);
 - c) zapewniać sprawność > 90%;

d) zapewniać stopień ochrony min. IP20.

6.7.20 Urządzenia stanowiące układ zasilania 24/12 V DC muszą spełniać wymagania norm: PN-EN 60950, PN-EN 61000-6-2, PN-EN 61000-6-3.

6.7.21 Warunki pracy dla baterii akumulatorów:

- a) temperatura pracy: 0 ± 50 °C;
- b) temperatura ładowania: 0 ± 40 °C;
- c) temperatura rozładowania: 0 ± 50 °C;
- d) temperatura przechowywania: -20 ± 40 °C;
- e) projektowany czas pracy nie mniejszy niż 12 lat w temp. + 25 °C.

6.7.22 W przypadku rozładowania akumulatorów czas potrzebny do ich naładowania do stanu nominalnego nie powinien przekroczyć 24 h.

6.7.23 Układ zasilania 24/12 V DC może być zbudowany z modułów.

7. GWARANCJE

Wymagania dotyczące okresów gwarancji dla elementów systemu telemechaniki oraz zawarto w:

- a) w Zeszycie „Elektroenergetyczne linie napowietrzne średniego napięcia”;
- b) Zeszycie 1 „Stacje elektroenergetyczne średniego napięcia”;

przy czym w zakresie zasilaczy oraz akumulatorów należy mieć na uwadze wytyczne zawarte w pkt. 6.5 i 6.6 niniejszego opracowania.

8. INFORMACJE DODATKOWE

Parametryzacja kanałów transmisji (koncentratorów), edycja baz danych, edycja schematów stacji oraz uruchomienie i testy obiektu od strony systemu nadrzędnego SCADA, zostaną zapewnione przez ENEA Operator sp. z o.o. Zakres wszystkich prac powinien być określony w dokumentacji projektowej.

9. ZASTOSOWANIE INNYCH ROZWIĄZAŃ

ENEA Operator sp. z o.o. dopuszcza zastosowanie rozwiązań innych niż przedstawione w przedmiotowym opracowaniu pn. „Linie i stacje elektroenergetyczne średniego napięcia. Telemechanika”, stanowiącym standard w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator sp. z o.o. w zakresie nowobudowanych i przebudowywanych linii napowietrznych SN i stacji transformatorowych SN/nn oraz złączy/szaf kablowych SN.

Decyzja o zastosowaniu rozwiązania lub rozwiązań innych niż ujęte w niniejszym opracowaniu na wniosek strony zainteresowanej, każdorazowo indywidualnie podejmowane i ewidencjonowane będą przez właściwego Dyrektora Oddziału Dystrybucji.

Wnioski zatytułowane: „Zastosowanie rozwiązań innych niż przedstawione w opracowaniu pn. *Linie i stacje elektroenergetyczne średniego napięcia. Telemechanika*”, uzasadniające brak możliwości zastosowania podstawowego

rozwiązania lub rozwiązań technicznych przedstawionych w niniejszym opracowaniu można składać do ENEA Operator sp. z o.o. Biuro Strategii i Zarządzania Projektami, ul. Strzeszyńska 58, 60-479 Poznań.