

Ochrona przepięciowa magistrali M-Bus

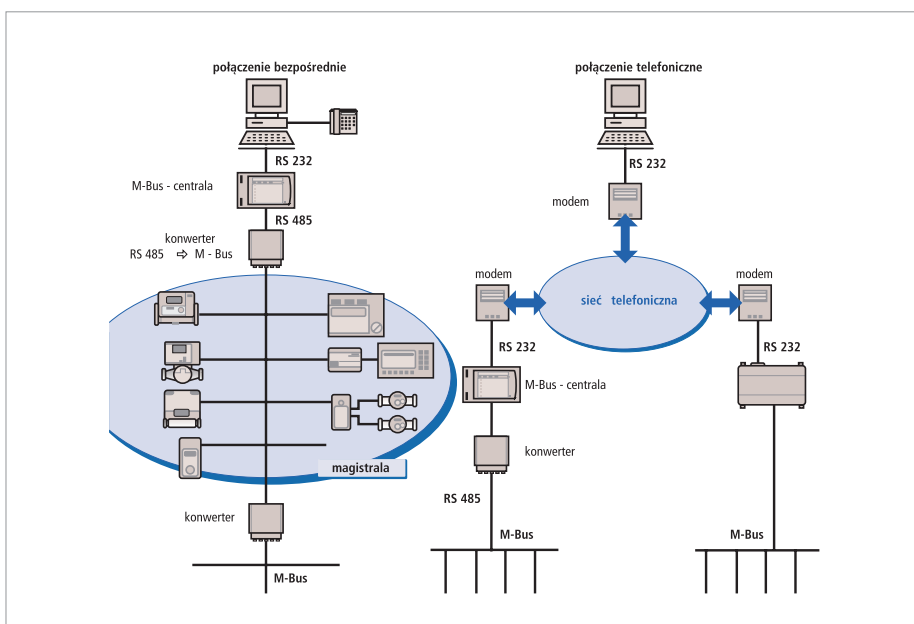
M-BUS (ang. *Meter-Bus*) jest standardem komunikacyjnym, który został opracowywany we współpracy Uniwersytetu Padeborn i firmy Texas Instruments. M-Bus jest dwuprzewodową magistralą zgodną z normą europejską (EN 1434-3) do urządzeń pomiarowych. Jest ona przystosowana specjalnie do potrzeb gospodarki mieszkaniowej i obiektów przemysłowych dzięki posiadaniu szerokiego zakresu zastosowań.

Magistrala danych M-Bus została zaprojektowana jako system do zdalnego odczytu i przekazu stanów przyłączonych do sieci liczników. Wskazania wszystkich urządzeń przyłączonych do systemu M-Bus mogą być odczytywane centralnie, bezpośrednio na miejscu lub poprzez przesył danych w zewnętrznej sterowni. Zwiększa to komfort życia osób zamieszkujących lokale, ponadto daje możliwość kontroli zużycia mediów w całym budynku w dowolnym momencie.

Systemy M-Bus stosuje się do obliczeń kosztów zużycia mediów i zdalnej kontroli:

- » zbiorczych i lokalnych systemów ciepłowniczych oraz
- » domów wielorodzinnych.

Można do niej podłączyć różnorodne liczniki mediów (wody, ciepła, gazu, prądu) lub też inne odbiorniki z wyjściem impulsowym. Jej zdolność transmisyjna zaprojektowana jest indywidualnie dla każdego przypadku zastosowania, dzięki czemu istnieje niedroga możliwość okablowania o dużym zasięgu działania. Musi zapewnić podłączenie dużej liczby urządzeń (do kilkuset) na odległość kilku kilometrów. Transmisja danych musi być również bardzo dobrze zabezpieczona przed wystąpieniem błędów. Ponieważ typową właściwością systemu są niezbyt częste odczyty mierzonych wartości z niskimi wymogami na odzewy w czasie rzeczywistym,

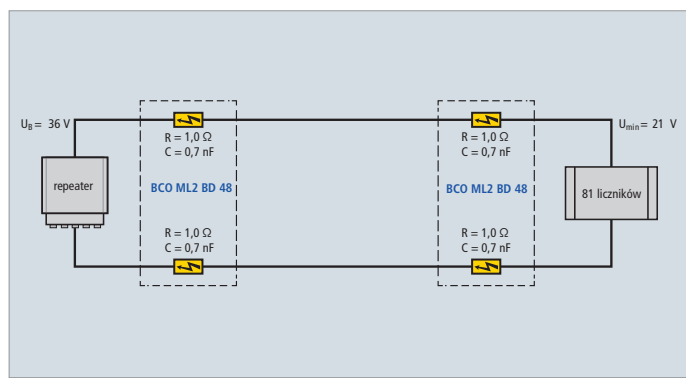


Rys. 1. Przykład sieci pomiarowej z magistralą M-Bus

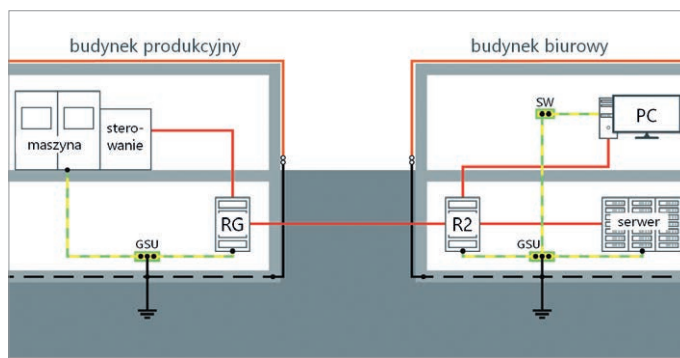
szybkość transmisji zawiera się w granicach od 300 do 9600 Bd. Magistrala oparta na M-Bus spełnia dodatkowe wymagania, takie jak zdalne zasilanie modułu komunikacyjnego uczestniczącego w transmisji, tak by transmisja nie obciążała głównego modułu zliczającego, który jest najczęściej zasilany bateryjnie.

Transmisja danych pomiędzy poszczególnymi obiektami a centralą może następować poprzez połączenie za pomocą linii 2 przewo-

dowej lub z wykorzystaniem sieci telefonicznej. Jeżeli urządzenia pomiaru zużycia energii znajdują się w bezpośrednim sąsiedztwie, zaleca się wybór prostszego i korzystniejszego cenowo systemu centralnego. W takim systemie mamy do czynienia z gwiazdowym połączeniem każdego urządzenia licznika z centralą systemu. W przypadku systemu rozproszonego dane z urządzeń pomiarowych zamontowanych na miejscu zbierane są najpierw w podstacjach,



Rys. 2. Redukcja długości linii magistralnej poprzez zastosowanie SPD



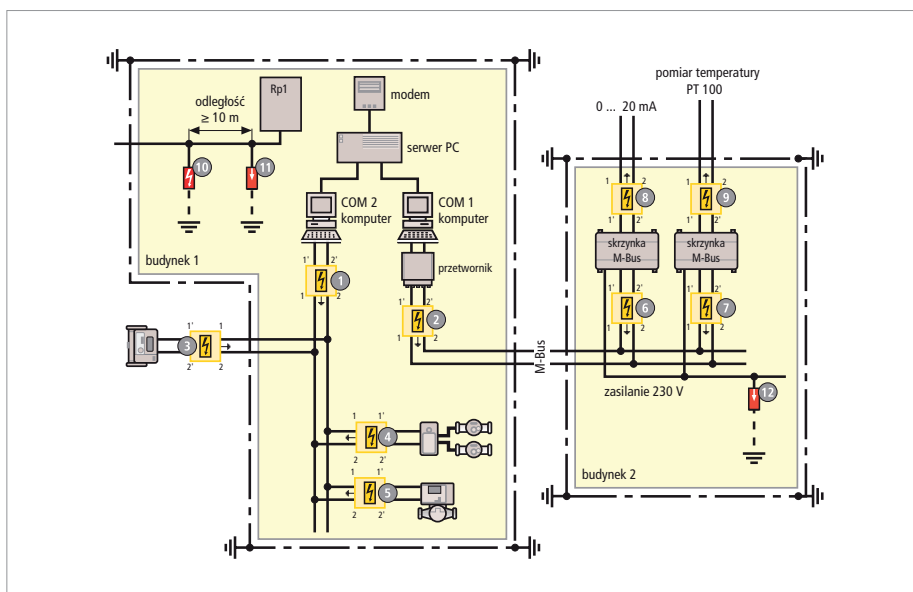
Rys. 3. Zagrożenie aparatury elektronicznej w budynku znajdującym się obok budynku trafionego przez wyładowanie piorunowe

a następnie przesyłane magistralą do centrali systemu. Przykład sieci pomiarowej w systemie M-bus pokazano na **rysunku 1**.

Centralne urządzenie master (w najprostszym przypadku – komputer stacjonarny z podłączonym konwerterem) komunikuje się z urządzeniami magistrali poprzez przewód magistrali. Dzięki zastosowaniu wzmacniaczy sygnału M-Bus instalację magistrali można podzielić na segmenty. W jednym segmencie można podłączyć maksymalnie do 250 urządzeń w trybie *slave*, takich jak liczniki ciepła, liczniki zużycia wody, liczniki zużycia energii, liczniki zużycia gazu oraz wszelkiego rodzaju czujniki i aparaty.

Dobierając system ochrony przepięciowej dla magistrali M-Bus należy pamiętać o kilku istotnych szczegółach technicznych, aby źle dobrane elementy ochrony przepięciowej nie spowodowały zakłóceń w pracy całego systemu pomiarowego. Napięcie zasilania magistrali wynosi 36 V. Elementy magistrali nie powinny być nigdzie uziemiane. Przewody oraz urządzenia podłączone do magistrali M-Bus, jak również elementy ochrony przepięciowej, obciążają segment magistrali swoimi rezystancjami i pojemnościami, wpływając na maksymalną długość przewodów magistrali i szybkość transmisji. Centrala M-Bus w stanie czuwania ma obciążalność prądową 375 mA (250 standardowych urządzeń o prądach 1,5 mA) i zasilana przez magistralę urządzenia o różnych obciążeniach standardowych (np. 3 obciążenia standardowe odpowiadają prądowi 4,5 mA). Przekrój zastosowanego przewodu miedzianego i suma spadków napięcia na poszczególnych odcinkach, aż do miejsca podłączenia rozpatrywanego urządzenia w magistrali, określa największą dopuszczalną długość przewodu magistrali. Zatem włączając w obwód magistrali ograniczniki przepięć, należy uwzględnić wpływ ich impedancji wzdłużnej oraz pojemności poprzecznych ograniczenie szybkości przesyłu sygnałów. W instrukcjach montażowych konwerterów transmisji M-Bus na RS-232 producenci podają graniczne wartości długości danego przewodu oraz liczby dołączanych urządzeń. Do tych danych należy dodać i uwzględnić wpływ ograniczników przepięć. Przykładowe pojemności oraz impedancje wzdłużne ograniczników przepięć stosowanych w magistrali M-Bus przedstawiono w **tabeli 1**.

Zakładając maksymalną długość kabla między repeaterem a urządzeniem *slave* (np. licznik) wynoszącą maks. 350 m oraz maksymalną pojemność linii 100 nF, możemy uzyskać transmisję danych o szybkości na poziomie 9600 Bd.



Rys. 4. Ochrona przepięciowa elementów magistrali M-Bus w budynkach z zewnętrznym urządzeniem piorunochronnym

Ile urządzeń możemy podłączyć do końca takiej magistrali, jeżeli zostanie ona zabezpieczona ogranicznikami przepięć z obu jej końców? Poniżej krótka analiza pokazująca wpływ zastosowanych SPD na parametry magistrali.

Zakładamy, że zastosowane zostały:

- » przewód J-Y (ST) Y...x 0,8 o rezystancji pętli żył $R_j = \text{ok. } 75 \Omega/\text{km}$ oraz pojemności ok. $50 \text{ nF}/\text{km}$,
- » urządzenie magistrali M-Bus, np. licznik mający pojemność ok. 1 nF oraz pobierający prąd ok. $1,5 \text{ mA}$.

Rezystancja linii przy maksymalnej dopuszczalnej długości kabla 350 m wynosi (bez uwzględniania wzrostu dla temperatury powyżej 20°C):

$$R_{350\text{m}} = l \cdot R_j = 0,350 \text{ km} \cdot 75 \Omega / \text{km} = 26,25 \Omega$$

Zastosowanie na końcach pętli ograniczników przepięć (**rys. 2.**), które mają wewnątrz elementy rezystancji wzdłużnej, spowoduje skrócenie dopuszczalnej długości pętli:

$$L1 = \frac{350 \text{ m} (26,25 \Omega - 4 \Omega)}{26,25 \Omega} = 296 \text{ m}$$

Należy też uwzględnić wpływ pojemności w obwodzie magistrali:



- » dodatkowa pojemność dla włączonych w obwód dwóch ograniczników przepięć

$$C_{\text{SPD}} = 4 \cdot 1 \text{ nF} = 4 \text{ nF}$$

- » pojemność skróconej linii kablowej wynosi:

$$C_{L1} = 0,296 \text{ km} \cdot 50 \text{ nF} / \text{km} = 14,8 \text{ nF}$$

Pozostała pojemność dla urządzeń podłączonych do linii:

	<p>BLITZDUCTORconnect Modular BCO ML2 BD 48</p>	<p>Impedancja wzdłużna na żyłę: 1Ω</p>
	<p>BLITZDUCTORconnect Kompakt BCO CL2 BD 48</p>	<p>Pojemność: żyła/żyła $\leq 1 \text{ nF}$</p>

Tab. 1. Przykładowe pojemności oraz impedancje wzdłużne ograniczników przepięć stosowanych w magistrali M-Bus

$$C_{SLAVE} = C_{MAX} - C_{SPD} - C_{L1} = 100 \text{ nF} - 4 \text{ nF} - 14,8 \text{ nF} = 81,2 \text{ nF}$$

Przy założeniu, że pojemność pojedynczego licznika wynosi 1 nF – do linii o długości 296 m, zabezpieczonej po obydwu stronach ogranicznikami przepięć, możliwe jest przyłączenie 81 liczników.

Należy też sprawdzić spadek napięcia w zredukowanej linii magistralnej spowodowany przyłączeniem na jej jednym końcu 81 liczników (każdy z liczników pobiera prąd 1,5 mA):

$$\Delta U = R_{max} \cdot I_{licz} \cdot 81 = 26,25 \Omega \cdot 0,0015 \text{ A} \cdot 81 = 3,2 \text{ V}$$

Jak widać z obliczeń, spadek napięcia o 3,2V nie powoduje obniżenia napięcia poniżej minimalnego napięcia systemu, tj. 21 V.

Dobierając ograniczniki przepięć dla magistrali M-Bus, należy zwrócić uwagę na przewo-

dy łączące poszczególne budynki. Często zdarza się, że przewody te prowadzone są jako różnego rodzaju „przewieszki” biegnące między budynkami. W takim przypadku zagrożenie może stanowić nie tylko bezpośrednie wyładowanie piorunowe w budynek, ale również przepięcia indukowane spowodowane uderzeniami pioruna w pobliżu obiektu. Dlatego też takie linie należy wyposażyć w odpowiednie zabezpieczenia przepięciowe chroniące elementy magistrali przed uszkodzeniem. Przykład zagrożenia spowodowanego wyładowaniem piorunowym w budynek sąsiedni pokazano na **rysunku 3**.

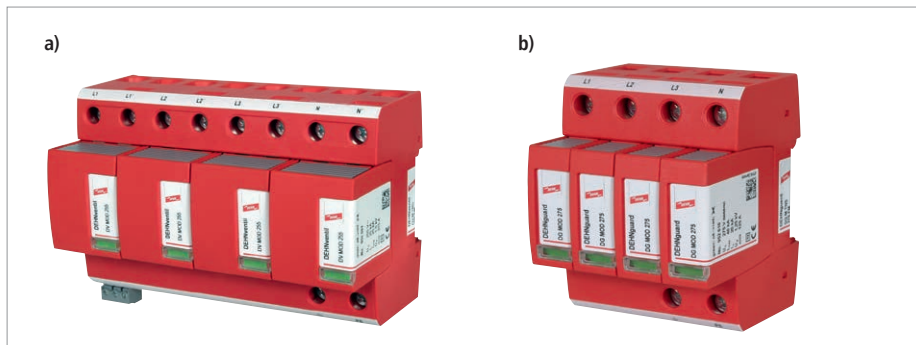
Ochrona magistrali M-Bus w budynku z zewnętrznym urządzeniem piorunochronnym

W przypadku budynku wyposażonego w zewnętrzne urządzenie piorunochronne, zgod-

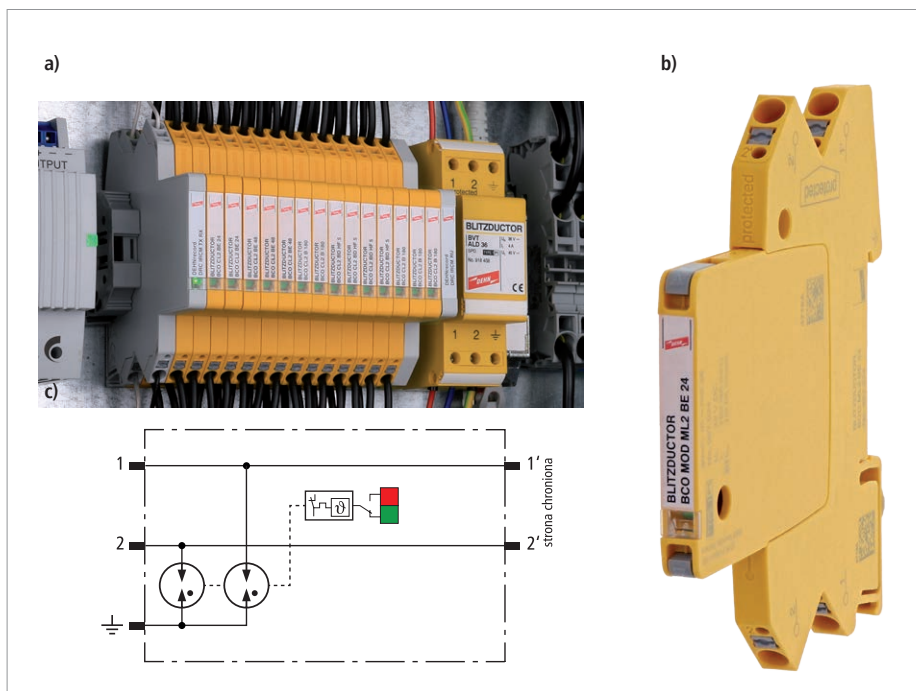
nie ze strefową koncepcją ochrony należy zapewnić wyrównanie potencjałów wszystkich instalacji zewnętrznych wchodzących do budynku. Dotyczy to metalowych rurociągów oraz instalacji elektrycznych i teletechnicznych. Wszystkie aktywne żyły przewodów instalacji elektrycznej i teletechnicznej winny być połączone z systemem wyrównania potencjałów budynku poprzez odpowiednio dobrane ograniczniki przepięć. W przypadku obiektu z zewnętrznym urządzeniem piorunochronnym ograniczniki przepięć powinny mieć zdolność odprowadzenia do ziemi części prądu piorunowego, jaki mógłby pojawić się w elementach instalacji przy wyładowaniu bezpośrednim w budynek. Ważnym elementem zapewniającym minimalizację strat w urządzeniach elektronicznych jest zapewnienie energetycznej koordynacji pomiędzy poszczególnymi stopniami ochrony przepięciowej (ogranicznikami przepięć) a elementami zabezpieczającymi wbudowanymi w elementy systemu magistrali (zasilacze, konwertery). Przykładowe rozwiązanie systemu ochrony przepięciowej magistrali M-Bus dla budynków z zewnętrznym urządzeniem piorunochronnym pokazano na **rysunku 4**.

Ochrona przepięciowa w instalacji elektrycznej nn realizowana jest za pomocą ograniczników oznaczonych na **rysunku 4**. numerami 10-11-12. Wejście instalacji elektrycznej nn do obiektu chronione jest za pomocą ogranicznika przepięć typu 1 (nr 10) zapewniającego ochronę przed wnikaniem do wnętrza obiektu części prądu piorunowego. Przykładem takiego ogranicznika może być kombinowany ogranicznik (iskiernikowo-warystorowy) pokazany na **rysunku 1**. Zapewnia on niski napięciowy poziom ochrony i zdolność oprowadzania prądów piorunowych o amplitudzie 100 kA (udar 10/350). W przypadku, gdy podrozdzielnicą, z której zasilane są bezpośrednio urządzenia magistrali, znajduje się w odległości większej niż 10 m (skuteczna odległość ochronna zapewniana przez ogranicznik przepięć typu 1), należy zastosować dodatkowy ogranicznik przepięć typu 2 (nr 11, 12). Ograniczniki te winny stanowić skoordynowany układ SPD. Wymagania dotyczące wyboru i montażu skoordynowanego systemu SPD można znaleźć w normie PN-EN 62305-4:2011.

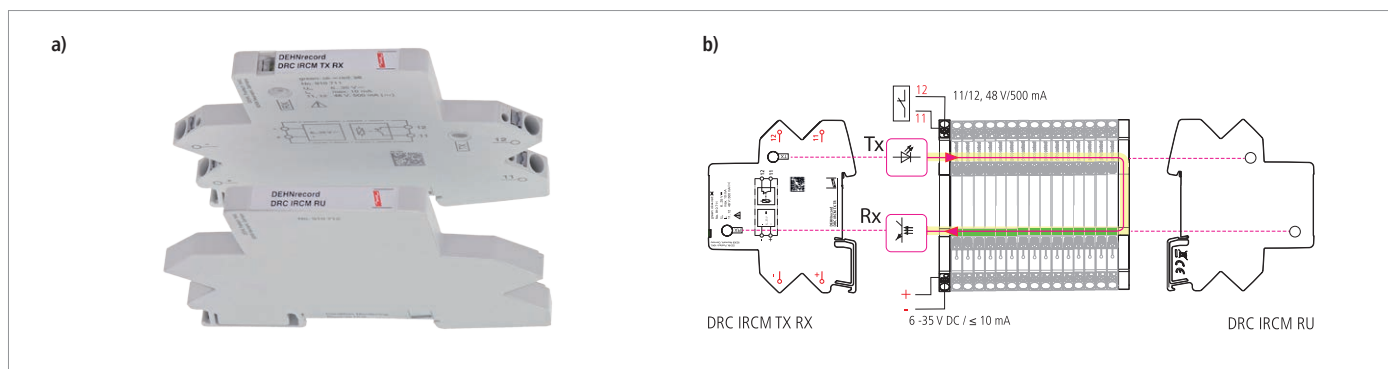
Przy doborze ograniczników przepięć do linii sygnałowych należy pamiętać, że najczęściej są to ograniczniki składające się z wielu stopni ochrony w jednej obudowie, które muszą być wewnętrznie skoordynowane, tzn. poszczególne stopnie ochrony przyjmują określoną część



Rys. 5. a) Kombinowany ogranicznik przepięć typu 1 do ochrony instalacji elektrycznej nn przed oddziaływaniem uderów piorunowych, b) skoordynowany z nim energetycznie SPD typu 2



Rys. 6. Ogranicznik przepięć BLITZDUCTORconnect Modular: a) przykład montażu, b) wygląd, c) schemat wewnętrzny modułu ochronnego do ochrony magistrali M-Bus (ochrona przed częścią prądu piorunowego)



Rys. 7. Moduł DEHNrecord IRC: a) wygląd, b) zasada działania

energii impulsu tak, aby żaden stopień nie był przeciążany. Inaczej wystąpiłyby przeciążenia uszkadzające „słabszy” stopień lub cały ogranicznik. Wewnątrz ogranicznika stosowane są elementy ograniczające napięcie (diody, warystory) lub ucinające napięcie (iskierniki). Dodatkowo w wybranych przypadkach występują też elementy ograniczające prąd lub impedancje koordynujące działanie poszczególnych stopni.

Przy doborze ogranicznika przepięć do ochrony linii sygnałowych należy zwrócić uwagę przede wszystkim na następujące cechy:

- » działanie ochronne – zdolność odprowadzania i poziom ochrony,
- » parametry chronionego systemu (napięcie sieci, prąd znamionowy i częstotliwość/szybkość transmisji),
- » uwarunkowania instalacyjne (wykonanie, sposób podłączenia i wymagane deklaracje zgodności/certyfikaty dla produktu).

Dla tego typu ograniczników przepięć istnieje specjalna norma produktowa PN-EN 61643-2 *Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia. Część 2: Urządzenia do ograniczania przepięć w sieciach telekomunikacyjnych i sygnalizacyjnych. Wymagania eksploatacyjne i metody badań*. Ograniczniki przepięć zgodnie z normą PN-EN 61643-2 muszą być zbadane impulsami prądowymi i napięciowymi określoną ilość razy, co pokazano w **tabeli 2**.

Kategoria C grupuje impulsy szybko narastające (duża stromość narastania) o niewielkiej energii, w przeciwieństwie do impulsów o dużej energii z kategorii D (część prądu piorunowego). W danych technicznych ogranicznika jest podana kategoria przy opisie zdolności odprowadzania (I_n , I_{imp}), jak również przy opisie poziomu ochrony (Up).

Przykładowy wygląd ogranicznika przepięć do ochrony linii magistralnych spełniającego wymogi kategorii D pokazano na **rysunku 6**. Widać na nim, że wszystkie ograniczniki BLITZDUCTORconnect chroniące obwody sygnałowe wyglądają z zewnątrz tak samo – moduł ochronny wkładany jest w podstawkę o szerokości 6 mm montowaną na szynie 35 mm. Różnica występuje wewnątrz samego modułu ochronnego, który ma różne schematy wewnętrzne dostosowane do zapewnienia prawidłowej ochrony dla różnych interfejsów sygnałowych. Ograniczniki wyposażone są w 5 zacisków sprężynowych, zapewniając ochronę 1 pary (2 linii) oraz umożliwiają podłączenie przewodu uziemiającego/wyrównawczego do chronionego urządzenia. Uziemienie następuje przez szynę 35 mm po zamontowaniu na szynie (zatrzask). Ograniczniki charakteryzuje wysoka zdolność odprowadzania prądów udarowych (I_{imp}) do 3 kA (10/350 μ s) i wyładowczych (I_n) do 10 kA (8/20 μ s). Ograniczniki wy-

posażone są w system LifeCheck oraz optyczną sygnalizację stanu ogranicznika wbudowaną w moduł. Dodatkowo nadzór i kontrola stanu ogranicznika jest możliwa dzięki opcjonalnemu modułowi zdalnej sygnalizacji pozwalającemu na sygnalizację uszkodzenia ogranicznika za pomocą zacisku rozwiernego. Moduł DEHNrecord IRCM pozwala na kontrolę do 70 ograniczników BLITZDUCTORconnect zainstalowanych obok siebie na szynie TH35.

Korzystając z przedstawionych powyżej zasad ochrony można zminimalizować ryzyko wystąpienia szkód w sieci pomiarowej nawet w przypadku wystąpienia bezpośredniego wyładowania piorunowego w obiekt. Należy przy tym pamiętać, że koszty związane z wystąpieniem uszkodzeń spowodowanych przez przepięcia to nie tylko koszty samej uszkodzonej aparatury. Dokonując analizy ekonomicznej, należy również brać pod uwagę dodatkowe koszty związane z pracą serwisu, koszty przerwy w pracy samego systemu, a niekiedy również koszty odszkodowań spowodowane brakiem możliwości wywiązania się z przyjętych zobowiązań. Zatem może okazać się, że suma tych wszystkich kosztów przekracza kilkakrotnie „pozorne oszczędności” wynikające z braku ochrony przepięciowej na obiekcie.

Kategoria	Rodzaj badania	Impuls napięciowy	Impuls prądowy	Minimalna liczba impulsów	Test dla
C1	Szybko narastające impulsy	0,5 kV lub 1 kV, 1,2/50 μ s	0,25 kA lub 0,5 kA, 8/20 μ s	300	ogranicznika przepięć
C2		2 kV, 4 kV lub 10 kV, 1,2/50 μ s	1 kA, 2 kA lub 5 kA, 8/20 μ s	10	
C3		≥ 1 kV, 1 kV/50 μ s	10 kA, 25 kA lub 100 kA, 10/1000 μ s	300	
D1	Impulsy dużych energii	≥ 1 kV	0,5 kA, 1 kA lub 2,5 kA, 10/350 μ s	2	*)

Objaśnienia: *) dotyczy ograniczników tzw. 1 stopnia lub kombinowanych wielostopniowych

Tab. 2. Impulsy napięciowe i prądowe do określania własności ograniczania przepięć (wyciąg z Polskiej Normy PN-EN 61643-21)



DEHN Polska Sp. z o.o.
02-675 Warszawa, ul. Wołoska 16
tel. 22 299 60 40 do 41
info@dehn.pl
www.dehn.pl