

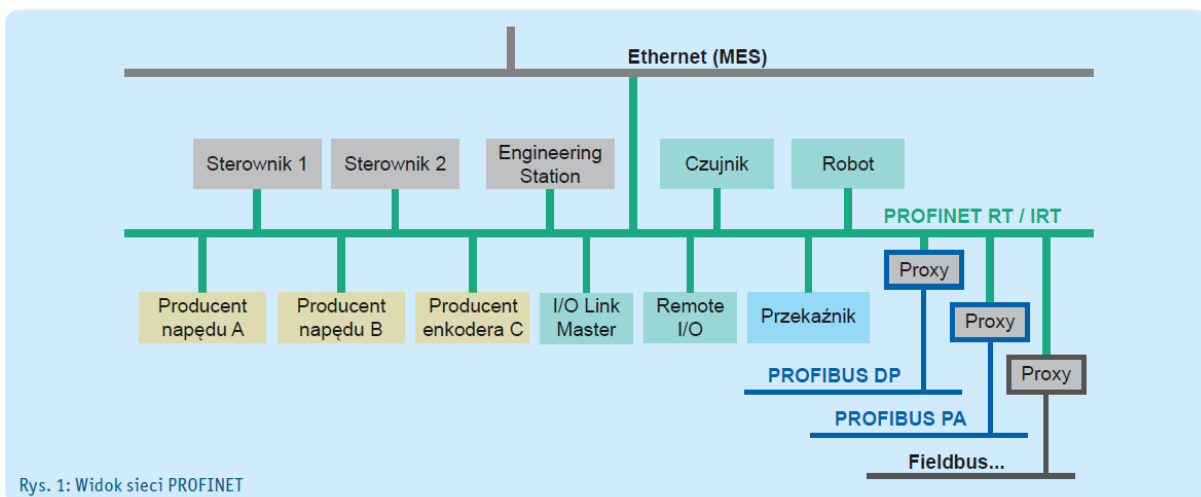
## Wstęp

[Indu-Sol](#) jest niemiecką firmą, która specjalizuje się w sieciach przemysłowych. Jest to wiodący specjalista w technologiach PROFIBUS, PROFINET i AS-i. Firma posiada bogate doświadczenie praktyczne i rozległą wiedzę na temat różnych typów magistrali polowych oraz kompatybilności elektro-magnetycznej (EMC). Indu-Sol posiada również w swojej ofercie urządzenia do badania komunikacji bezprzewodowej oraz organizuje szkolenia z zakresu projektowania i eksploatacji sieci przemysłowych.



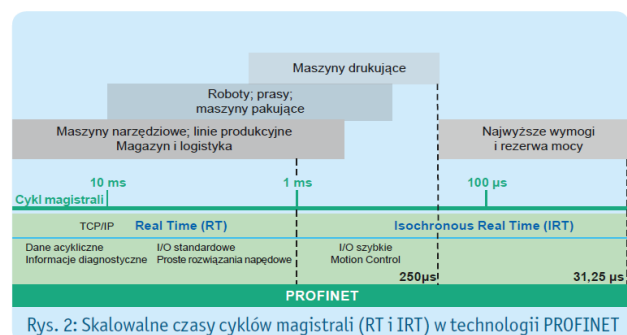
## Podstawy PROFINET

[PROFINET](#) to uniwersalna sieć komunikacyjna oparta na standardzie przemysłowego Ethernetu (*ang. Industrial Ethernet*). Sieć PROFINET może być wykorzystana w praktycznie każdym obszarze automatyki przemysłowej oraz umożliwia komunikację na wszystkich poziomach zaimplementowanej struktury sieci.

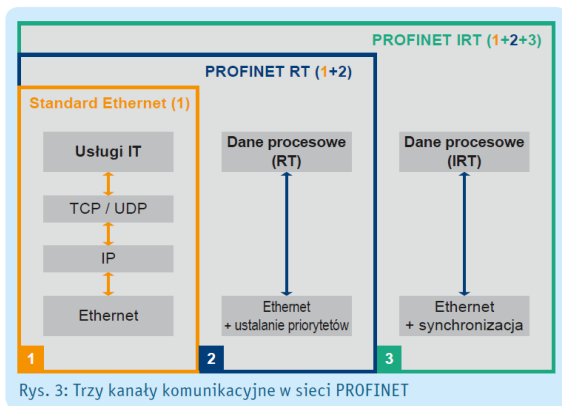


Rys. 1: Widok sieci PROFINET

Podobnie jak w PROFIBUS, w sieciach PROFINET wyróżniamy cykliczną oraz acykliczną komunikację danych. Dodatkowo PROFINET wspiera szybką komunikację wejść/wyjść (*ang. RT – Real Time i IRT – Isochronous Real Time*), zachowując przy tym standardowy model cyklicznego transferu danych między urządzeniami polowymi (*ang. IO devices*) a kontrolerem wejść/wyjść (*ang. IO controller*). Ponadto ze względu na skalowanie szybkości odświeżania, system oparty na PROFINET jest bardzo elastyczny.



Rys. 2: Skalowalne czasy cykli magistrali (RT i IRT) w technologii PROFINET



PROFINET opisuje model urządzeń, który bazuje na podobnych zasadach jak tych wykorzystanych w sieciach PROFIBUS i składa się ze slotów oraz grup kanałów wejść/wyjść. Techniczna charakterystyka urządzeń polowych jest opisana przez tak zwany plik GSD (*ang. General Station Description*), który w PROFINET bazuje na XML.

W sieci PROFINET typ przesyłanych danych jest bardzo zróżnicowany. Oprócz priorytetowych, cyklicznych danych wejścia/wyjścia, można także przesyłać acykliczne dane (np. TCP/IP, wiadomości

diagnostyczne lub zapytania SNMP).

Najczęściej spotykane topologie sieci PROFINET to struktura gwiazdy, linii, drzewa oraz pierścienia. W praktyce stosuje się kombinację powyższych topologii. Mogą one być zaimplementowane na bazie kabli miedzianych lub światłowodów.

### Normy i dyrektywy

Podstawy dokonywania pomiarów, projektowania oraz odbierania i uruchamiania sieci PROFINET, a tym samym kryteria oceny jakości, polegają na przestrzeganiu wymienionych norm i dyrektyw:

- Dyrektywa PI dotycząca projektowania i uruchamiania sieci PROFINET
- PROFINET I/O Security Level 1
- Dyrektywa PI dotycząca montażu sieci PROFINET
- EN 50173/ISO IEC 11801 – Okablowanie w strukturze
- EN 50310 – Stosowanie połączeń wyrównawczych i uziemiających w budynkach z zainstalowanym sprzętem informatycznym.
- Dyrektywa VDI/VDE 2184 – Prawidłowa eksploatacja i konserwacja systemów magistrali polowych

W aktualnej dyrektywie dotyczącej projektowania i uruchamiania, skupiająca użytkowników organizacja PROFIBUS & PROFINET International (PI), określiła kryteria jakościowe dla projektowania, odbioru i uruchomienia oraz pomiarów technicznych sieci. Dyrektywa stanowi praktyczny zbiór porad dla wszystkich projektantów, wykonawców, serwisantów oraz użytkowników. W fazie projektowania oprócz topologii należy uwzględnić także wiele innych parametrów logicznych i fizycznych. Jest to kluczowy etap, od którego zależy czy planowana sieć PROFINET będzie w przyszłości wolna od wad. Ważna jest tutaj znajomość skomplikowanych zależności, zachodzących pomiędzy częstotliwością odświeżania a głębokością segmentacji i strukturą sieci. Praktyczne narzędzia do projektowania firmy Indu-Sol, takie jak [PROnetplan](#), umożliwiają przedstawienie tych zależności w przyjaznej formie graficznej.

### Projektowanie sieci

Kluczową cechą PROFINET jest zmienna struktura sieci oraz wynikająca z niej nieograniczona liczba kombinacji wykorzystujących wszystkie topologie sieciowe oparte o standard Ethernet. Topologia wynika z poniższych kryteriów:

- Przestrzenne rozmieszczenie komponentów
- Dystanse do pokrycia

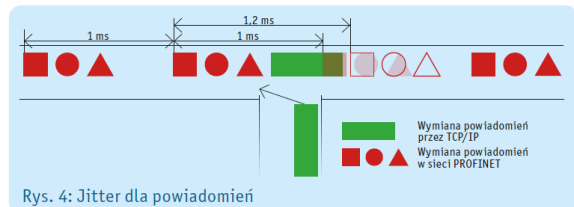
- Wymogi stosowania pierwotnej infrastruktury/większa dostępność
- Uwzględnienie obciążeń sieci (projektowanie sieci)/wymiana protokołów TCP/IP
- Częstotliwość odświeżania z uwzględnieniem głębokości segmentacji
- Jakość komunikacji/wymiana powiadomień
- Wymogi dotyczące EMC

### Czas aktualizacji danych (*ang. Update Time*)

Czas aktualizacji danych pomiędzy kontrolerem a urządzeniem polowym związany jest z częstotliwością odświeżania. Czas aktualizacji można ustawić w kontrolerze dla każdego urządzenia (standardowe ustawienie: 2 ms).

Oprócz wymogów procesowych należy uwzględnić

w ustawieniu także czas cyklu PLC. Firma Indu-Sol zaleca ustawienie czasu aktualizacji na co najmniej połowę czasu cyklu PLC. Obowiązuje następująca zasada: „Nigdy nie aktualizuj tak często, jak to możliwe, lecz zawsze tylko tak, jak to konieczne.” Decydujący wpływ na utrzymanie częstotliwości odświeżania ma praca switch’y w każdym urządzeniu polowym oraz głębokość segmentacji, czyli liczba urządzeń na odcinku komunikacyjnym. Wzrost liczby tych urządzeń wydłuża czas transferu powiadomień. Powoduje to większe odchylenie rzeczywistej częstotliwości odświeżania od ustalonej, które określa się mianem „jitter” i wyraża w procentach. Zmierzenie ustawionej częstotliwości odświeżania oraz odchyień w tym zakresie, dostarcza wiedzy na temat stabilności systemu oraz pozwala przewidzieć ewentualne punkty krytyczne.



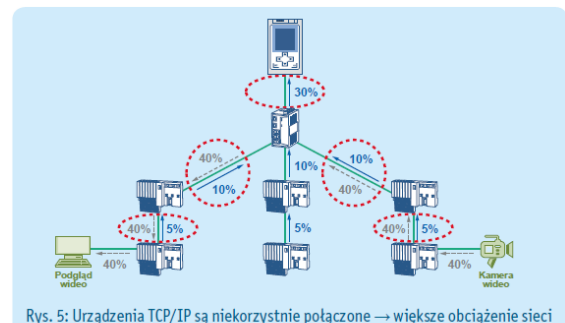
Rys. 4: Jitter dla powiadomień

### Obciążenie sieci (*ang. Network Load*)

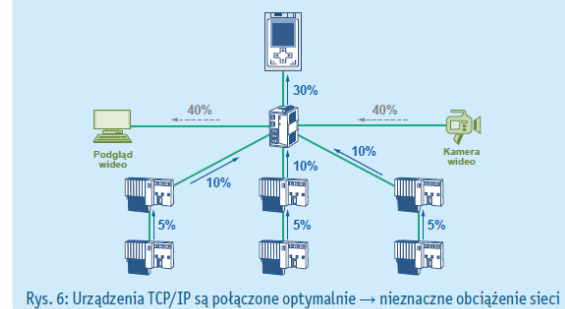
Obciążenie sieci, generowane przez urządzenia PROFINET zgodnie z ustawionym czasem aktualizacji jest największe na połączeniu kontrolera z pierwszym urządzeniem. Aby zapewnić długofalowo sprawną pracę sieci PROFINET, należy podczas projektowania i realizacji uwzględnić następujące wartości graniczne:

Obciążenie sieci	Zalecenie
< 20%	Nie wymaga działań
20% ... 50%	Zaleca się sprawdzenie planowanego obciążenia sieci
> 50%	Należy podjąć działania redukujące obciążenie sieci

Praktyka wykazała, że na obciążenie sieci składa się zarówno komunikacja w ramach PROFINET, jak i komunikacja przez TCP/IP. Mimo zasadniczego pierwszeństwa komunikacji PROFINET w węzłach sieci, może być ona spowolniona przez komunikację TCP/IP. Występowanie i zakres tego zjawiska zależy od proporcji obciążenia komunikacji PROFINET do TCP/IP. Ponieważ na częstotliwość odświeżania wpływają różne obciążenia sieci (obciążenia szczytowe), a urządzenia o zróżnicowanym poziomie bezpieczeństwa sieci (*ang. Netload classes*) reagują ze szczególną wrażliwością na obciążenia szczytowe, wyjątkowe znaczenie podczas odbioru czy diagnozowania błędów systemu ma sprawdzenie jakości sieci w odniesieniu do obciążenia.



Rys. 5: Urządzenia TCP/IP są niekorzystnie połączone → większe obciążenie sieci



Rys. 6: Urządzenia TCP/IP są połączone optymalnie → nieznaczne obciążenie sieci

## Głębokość segmentacji (ang. Line Depth)

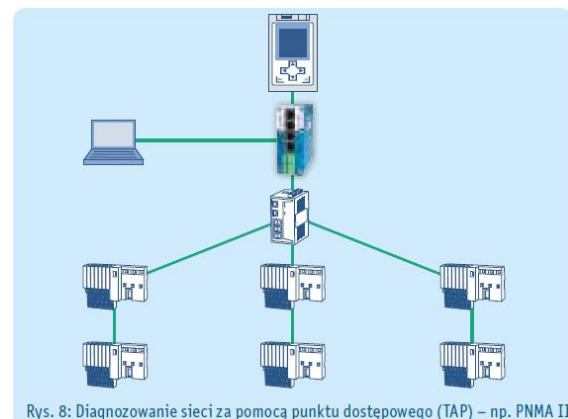
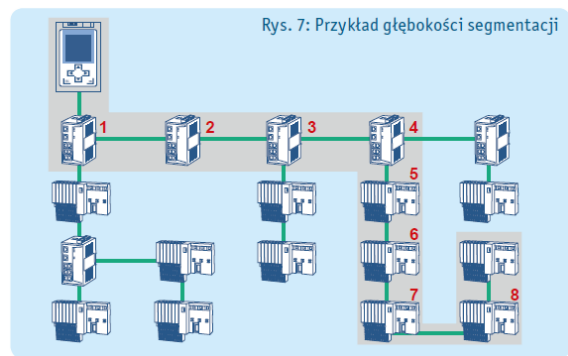
Ponieważ w przypadku PROFINET (RT) nie można określić, czy urządzenie (switch) pracuje w trybie „Store-and-Forward” czy „Cut-Through”, należy liczyć się z opóźnieniem na każdym przejściu pomiędzy urządzeniami. Podczas projektowania sieci należy owe opóźnienie uwzględnić na etapie planowania. Zasadniczo maksymalna głębokość segmentacji jest uzależniona od czasu aktualizacji oraz trybu pracy switch’a (patrz tabele „Głębokość segmentacji”). Firma Indu-Sol zaleca stosowanie wartości, określonych w dyrektywie PI „Głębokość segmentacji dla switch’y typu Store-and-Forward”.

Głębokość segmentacji dla switch’y w trybie „Store-and-Forward”

Maks. głębokość segmentacji przy czasie aktualizacji na poziomie			
1 ms	2 ms	4 ms	8 ms
7	14	28	58

Głębokość segmentacji dla switch’y w trybie „Cut-Through”

Maks. głębokość segmentacji przy czasie aktualizacji na poziomie			
1 ms	2 ms	4 ms	8 ms
64	100	100	100



## Punkty dostępowe

Zgodnie z dyrektywą podczas projektowania sieci PROFINET należy zaplanować pasywne punkty dostępowe do diagnostowania sieci.

Dlaczego?

- Aby w razie potrzeby przeanalizować komunikację w sieci lub odczytać dane z urządzeń podczas uruchomienia i serwisowania
- W celu podłączenia urządzeń diagnostycznych bez konieczności przestoju
- W celu wyszukania błędów lub przeprowadzenia długofalowej diagnostyki/profilaktycznej konserwacji sieci

Jakimi narzędziami?

- Przez zastosowanie pasywnego punktu pomiarowego [PNMA II PROFINET](#)
- Przez zastosowanie inteligentnego urządzenia diagnostycznego [PROFINET INspektor® NT](#)
- Przez zastosowanie programu do skanowania topologii sieci [PROFINET PROscan® Active](#)



## Wskazówka

Zasadniczo pierwszą ogólną analizę komunikacji sieci (analiza powiadomień) można przeprowadzić za pomocą oprogramowania (np. Wireshark) przez port lustrzany na switch'u. Port ten umożliwia jednak tylko przesyłanie danych z prędkością 100 Mbit/s. Pamiętając, że dane wydostają się z kontrolera żyłami w kablu z prędkością 100 Mbit/s i docierają innymi żyłami do kontrolera z prędkością 100 Mbit/s, przez port switch'a można zdiagnozować co najwyżej połowę wysłanych danych.



PORADNIK – Parametry jakości	
Zalecane parametry jakościowe magistrali PROFINET firmy Indu-Sol	
<b>Jitter</b> (odchylenie od planowanego czasu aktualizacji)	≤ 50 %
<b>Luka w powiadomieniu</b> (brak powiadomienia)	0
<b>Powiadomienie o błędach</b> (uszkodzone powiadomienia)	0
<b>Proporcje obciążenia</b> (sposób obciążenia sieci)	100: 1
<b>Obciążenie sieci</b> (obciążenie sieci, mierzone w 100 Mbit/s)	< 20 %

<https://www.stercontrol.pl/indu-sol-diagnostyka-analiza-sieci-przemyslowych/profinet/diagnostyka-profinet/zestaw-diagnostyczny-profinet-diagnostic-set-iii>

<https://www.youtube.com/watch?v=OyjuiN6bDkA>

## Podsumowanie

PROFINET to nowoczesna technologia, która cechuje się wysoką wydajnością i elastycznością. Jednak wraz z pojawieniem się nowych możliwości należy zwrócić uwagę na potencjalne zagrożenia zarówno na etapie projektowania jak i eksploatacji sieci komunikacyjnej. Firma Indu-Sol proponuje gotowe rozwiązania, służące do diagnostyki i monitorowania sieci PROFINET. Dzięki zaawansowanym i innowacyjnym instrumentom pomiarowym oraz oprogramowaniu zyskujesz na stałej funkcjonalności sieci przemysłowej i bezpieczeństwie. Zachowaj ciągłość produkcji i miej całkowitą kontrolę nad procesami zachodzącymi wewnątrz zakładu. Wszechstronne portfolio produktów umożliwia skanowanie topologii sieci, bezinwazyjną diagnostykę, badanie jakości połączeń, kompatybilności elektro-magnetycznej (*ang. EMC*) i wiele innych.

Firma STERCONTROL jest autoryzowanym przedstawicielem firmy Indu-Sol na terenie Polski oraz dostawcą kompletów automatyki przemysłowej m.in. firm [SIEMENS](#), [HARTING](#), [OMRON](#), [LENZE](#).