

**Odporne, bezpieczne i interoperacyjne rozwiązania dla
precyzyjnej synchronizacji czasu i transmisji danych w
aplikacjach IEC61850**

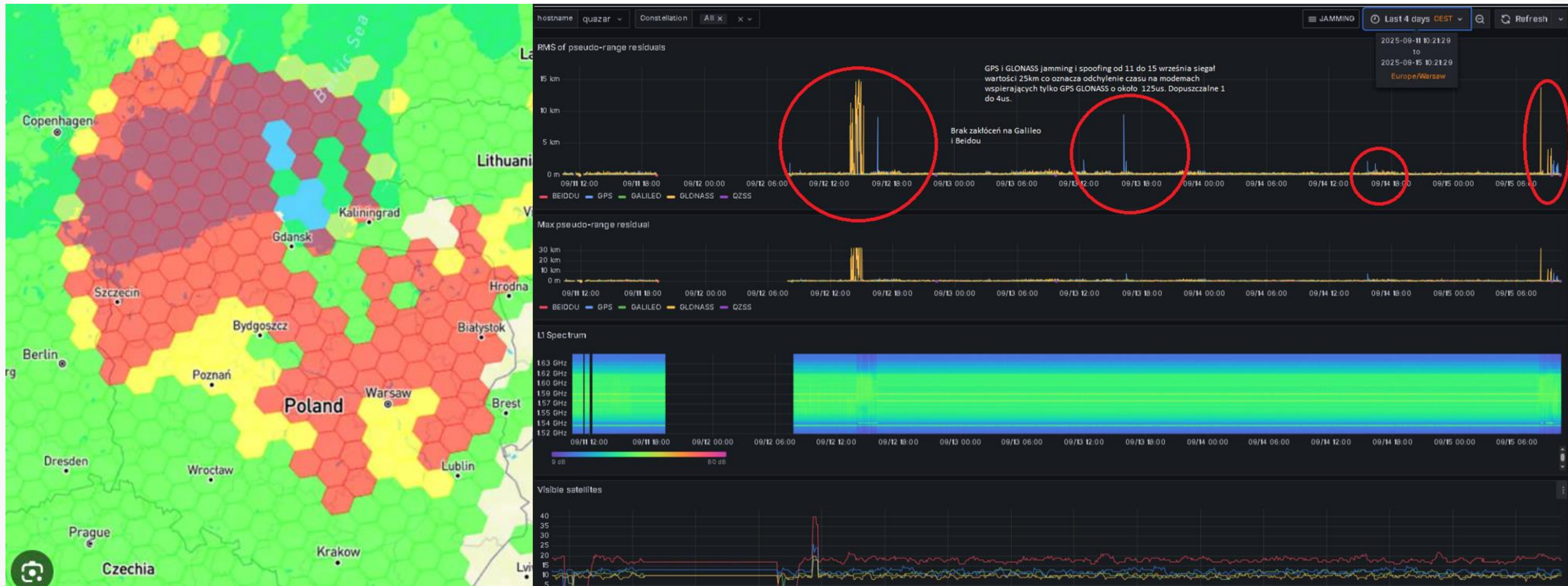


BITSTREAM®

Krzysztof Nowacki

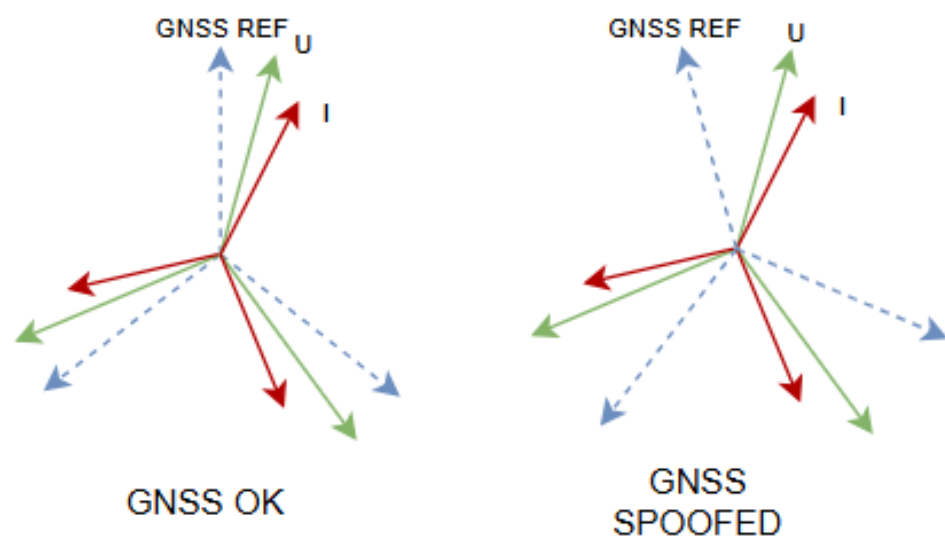
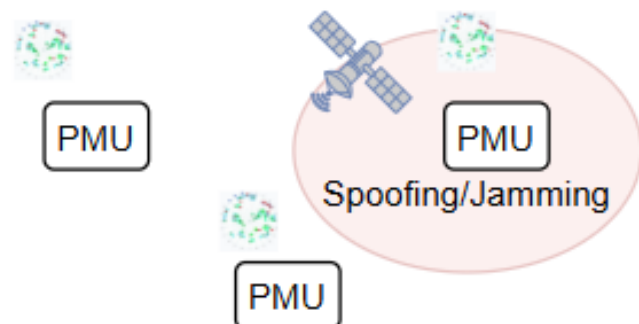
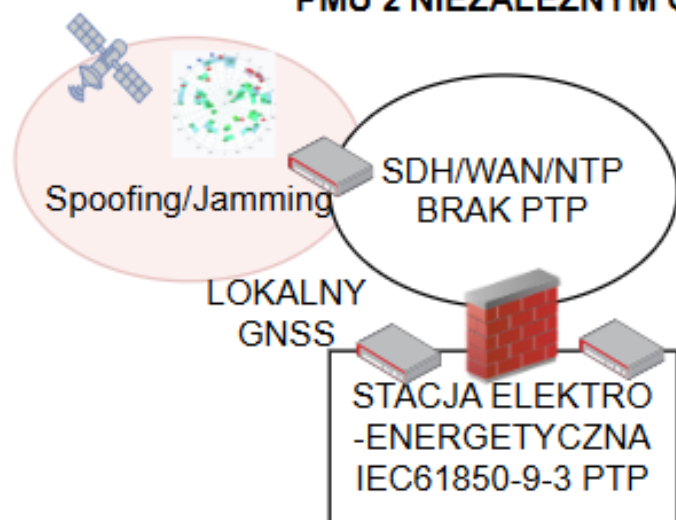
GNSS – sytuacja obecna

Podstawowe źródło pozycji i sygnału czasu precyzyjnego GNSS podlega nieprzewidywalnym zakłóceniom zagłuszania (jamming) i podszywania (spoofing). Pojawiają się coraz bardziej złożone scenariusze podszywania się stanowiące zagrożenie dla zegarów nawet wyposażonych w bardzo stabilne oscylatory (rubidowe czy cezowe) i systemy anytspoofing. Systemy pozycjonowania oparte na jednej konstelacji mogą zostać zagłuszone ze względu na coraz łatwiej dostępne zagłuszarki stosunkowo dużej mocy z oprogramowaniem „open source”. Zagłuszarki czy urządzenia podszywające mogą być instalowane na dronach i operować blisko anten GPS. Tylko system oparty na zbiorowej świadomości sytuacyjnej może w sposób właściwy przeciwstawić złożonym scenariuszom ataku.

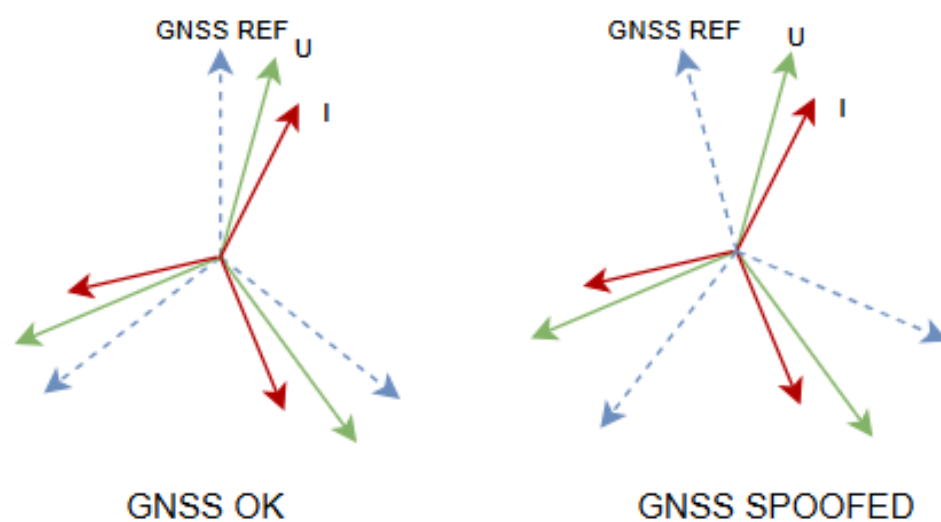
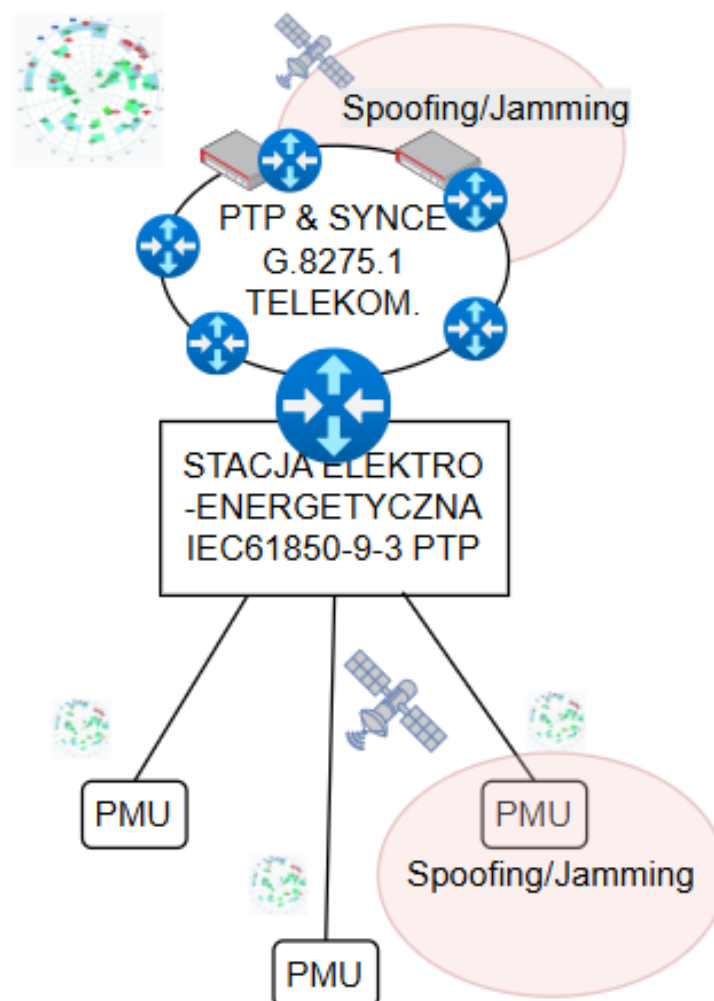


Architektury synchronizacji

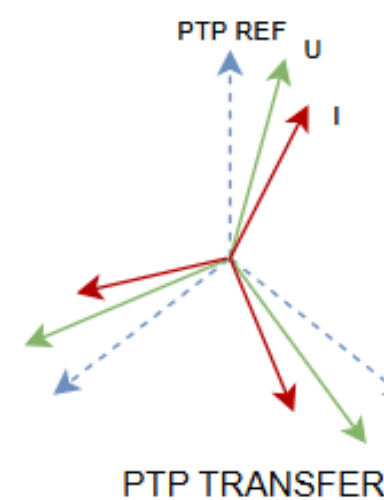
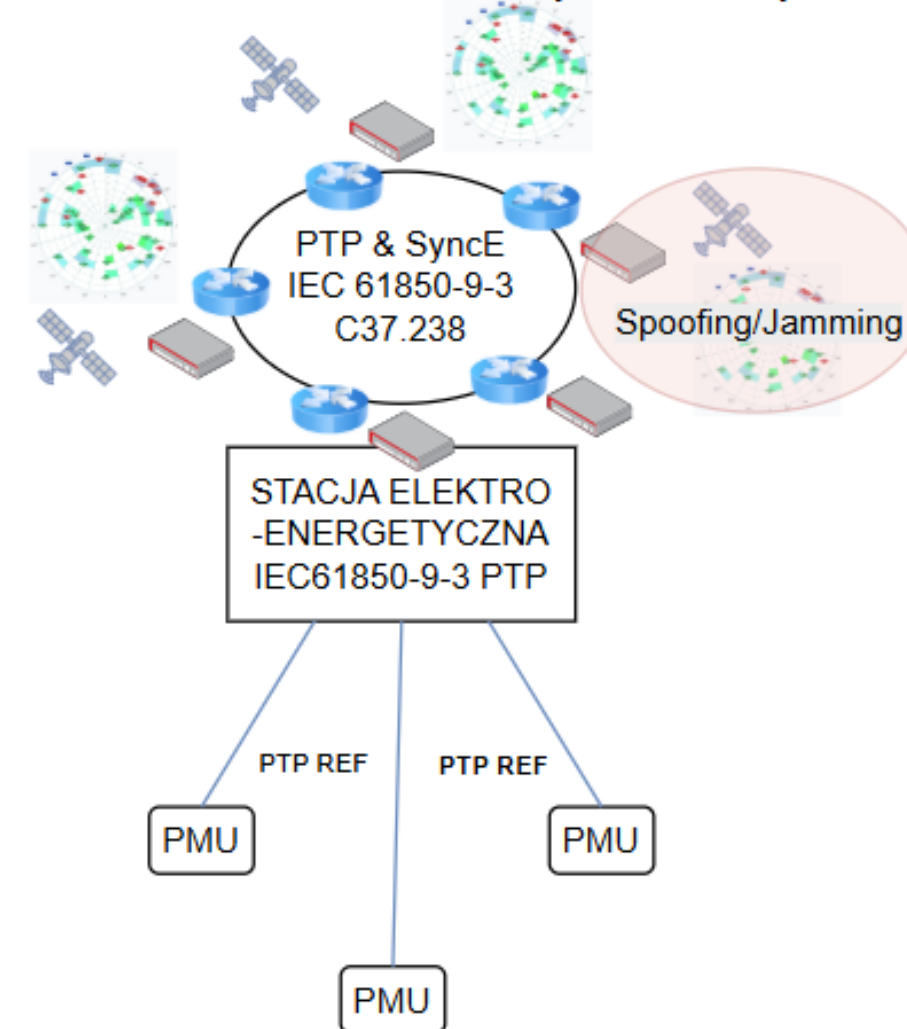
SCENARIUSZ CZĘSTO SPOTYKANY
STACJA JAKO WYSPA
SYNCHRONIZACYJNA
PMU z NIEZALEŻNYM GPS



SCENARIUSZ RÓWNIŻ SPOTYKANY
2 CENTRALNE ZEGARY PRTC

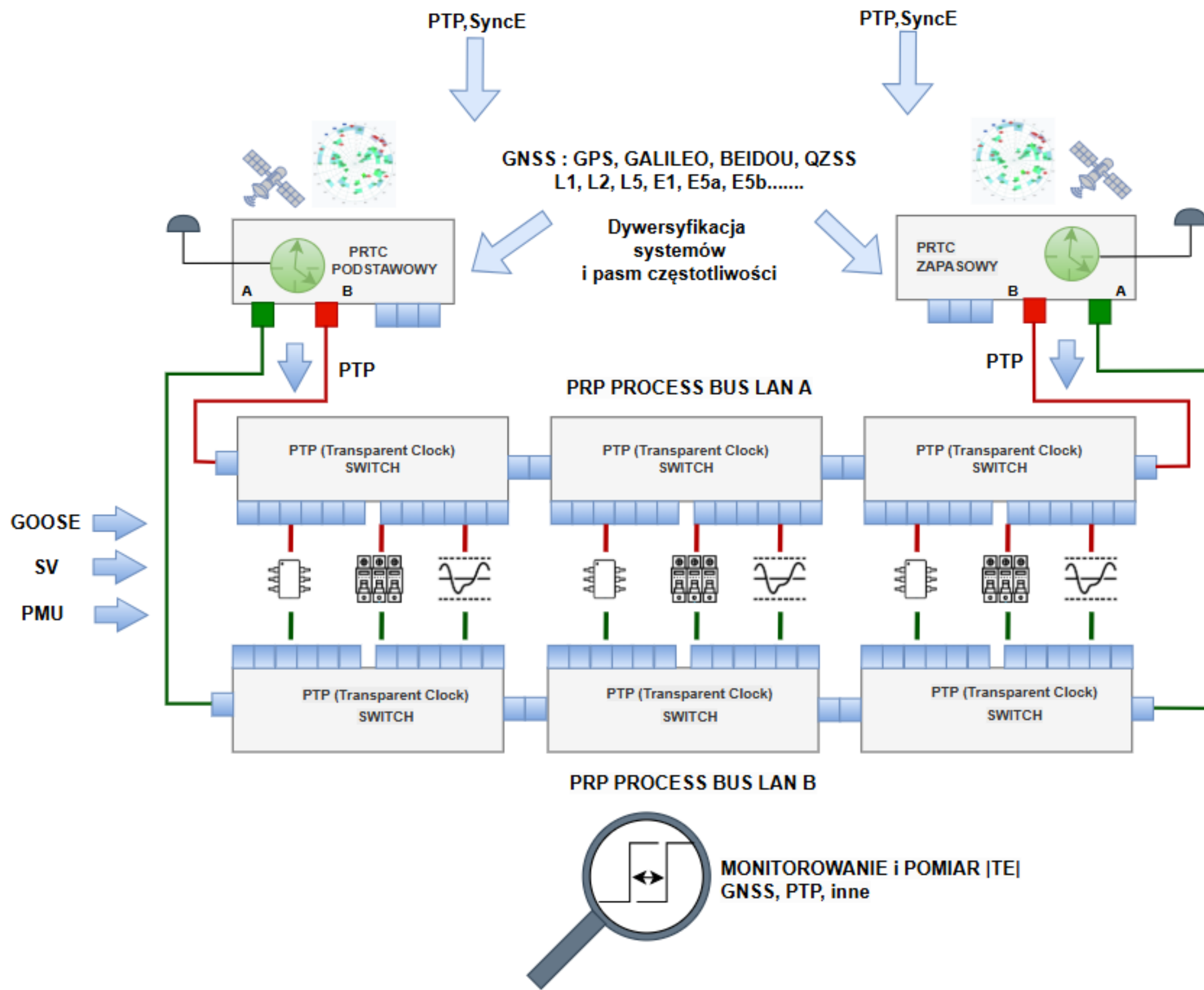


SCENARIUSZ POŻĄDANY
ZEGARY LOKALNE Z WZAJEMNĄ PROTEKCJĄ

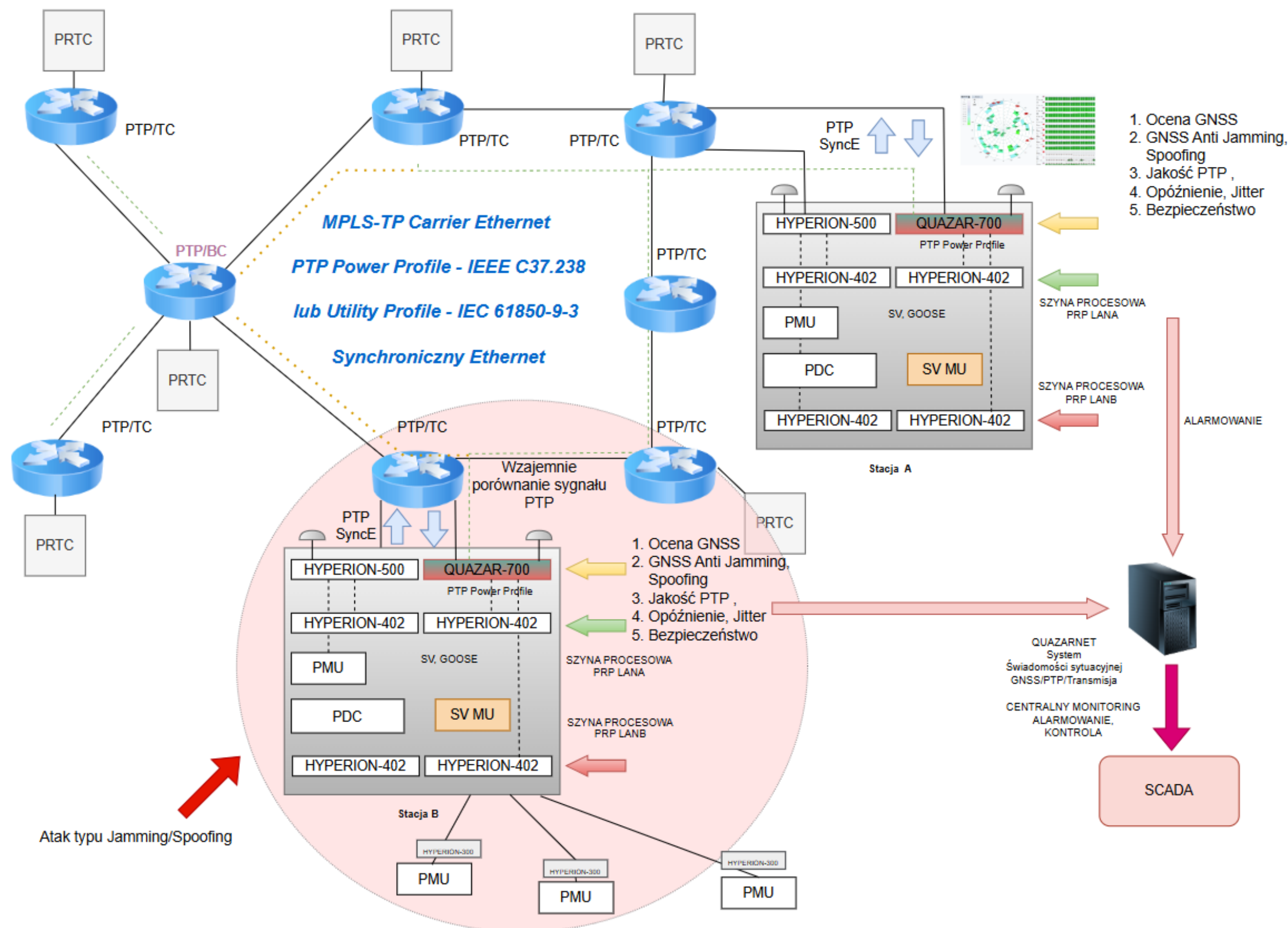




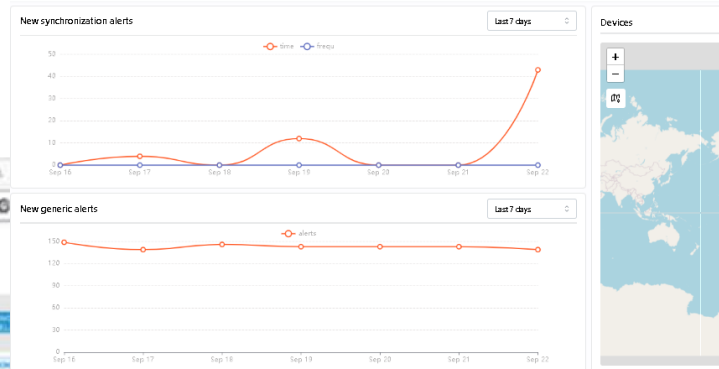
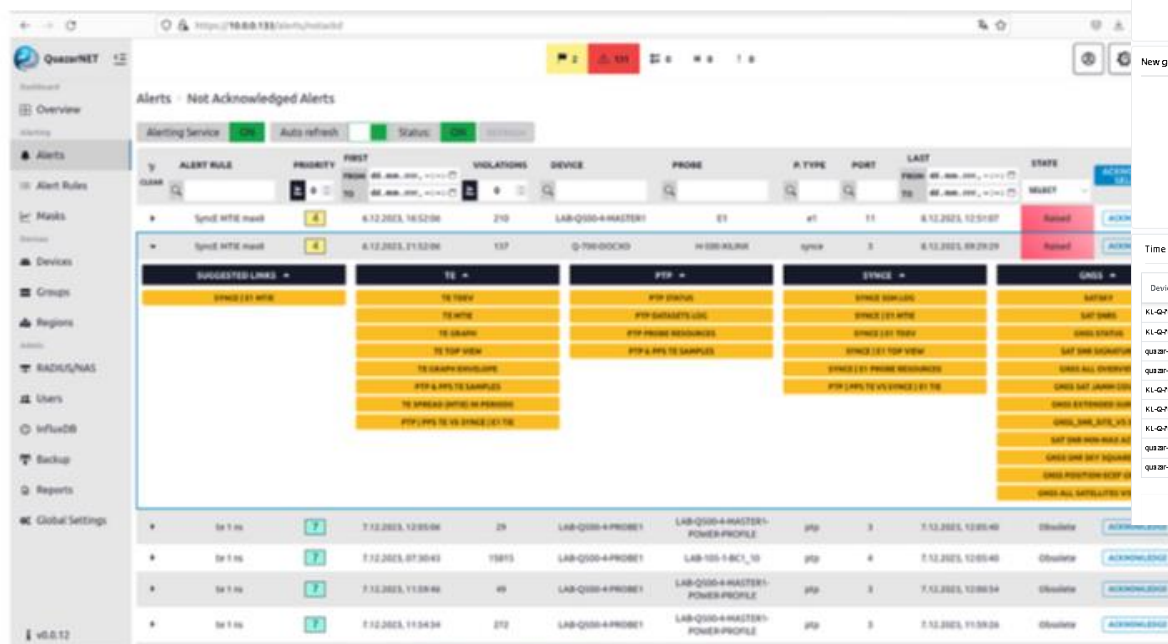
Architektura synchronizacji stacji IEC 61850 – co na stacji?



Wzajemna protekcja synchronizacji stacji z pomiarem i monitorowaniem



- Szczegółowa analiza sytuacyjna dla GNSS wspomagana ML, wykrywanie ataków
- Ciągły pomiar jakości PTP (Błąd Czasu, analiza Dataset, itd.)
- Ciągły pomiar opóźnień i fluktuacji pakietów z us rozdzielczością
- Monitorowanie ruchu, analiza, walidacja
- Złożone reguły alarmowania, wizualizacja na sieci
- Interfejsy do systemów nadrzędnych
- Szybka detekcja przyczyny i algorytmy doradcze
- Sterowanie PRTC
- Monitorowanie szyny procesowej
- Wsparcie FAT/SAT

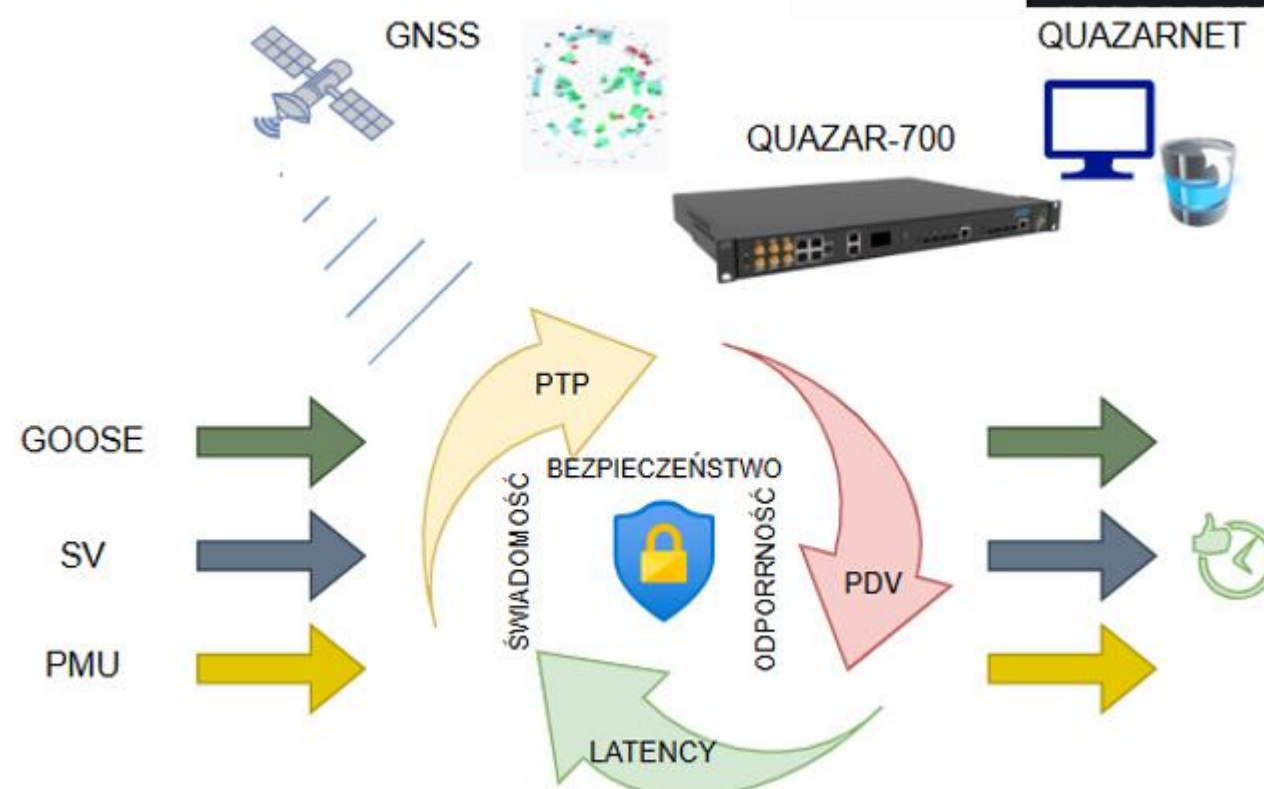
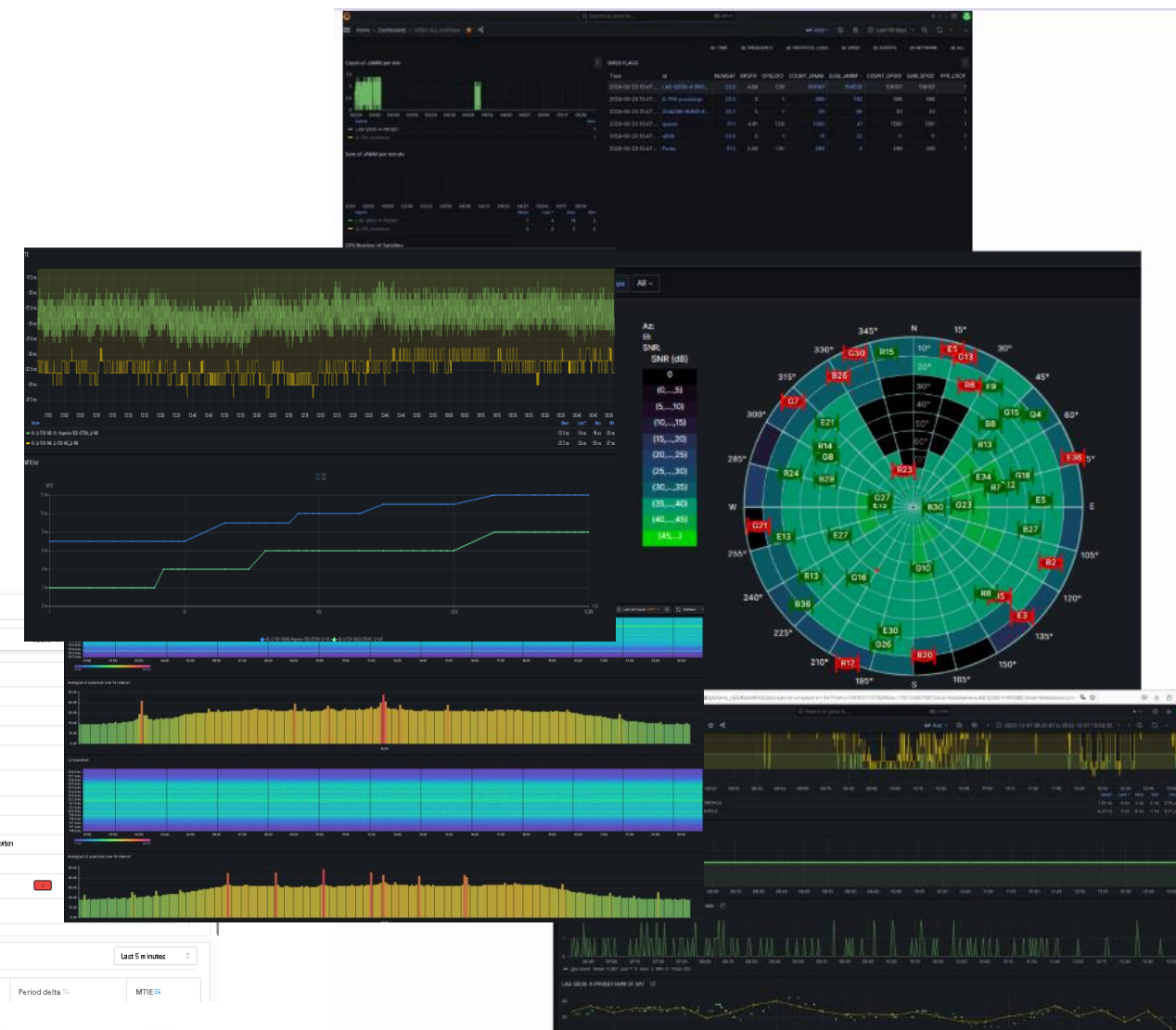


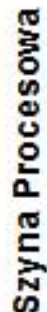
Time Error Top List

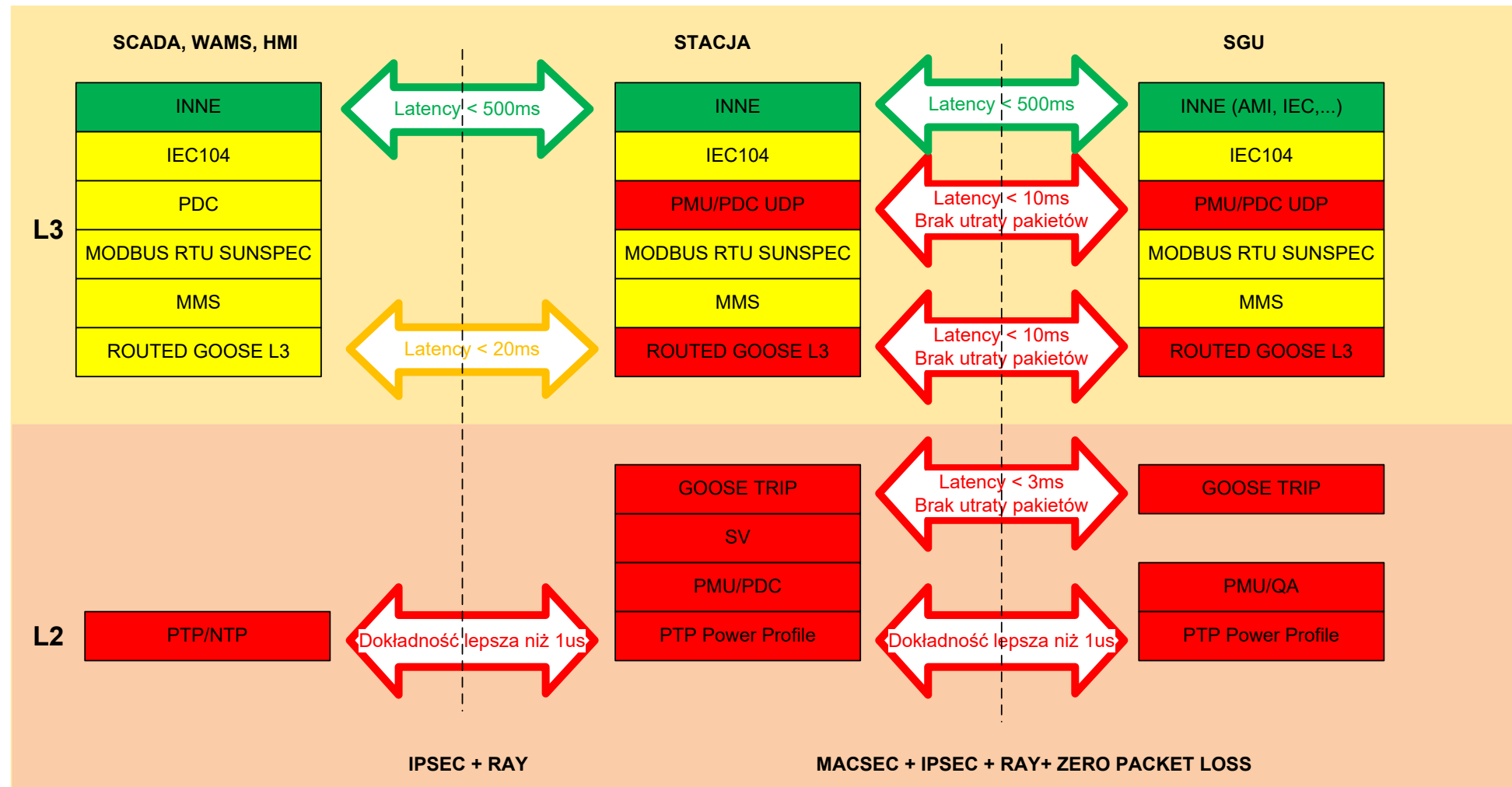
Device	Target	TE	TE	TE Spread	Last TE
KL-Q7N-11	KL-Hyperion-500-XLNU-3	1.04 µs	-1.04 µs	16 ns	-1.05 µs
KL-Q7N-11	KL-Hyperion-500-XLNU-2	1.04 µs	-1.04 µs	16 ns	-1.05 µs
quaz-11-15	ptp_Q-100MCI-30	304 ns	-304 ns	7 ns	303 ns
KL-Q7N-11	Q-100-TEBAS-1	57 ns	-57 ns	4 ns	56 ns
KL-Q7N-11	Q-100-MC-Q-140	45 ns	-45 ns	36 ns	46 ns
KL-Q7N-11	KL-Hyperion-500-ATZEA-Q-140	30 ns	-30 ns	6 ns	-33 ns
quaz-11-15	DS-CSSD-CLD	23 ns	-23 ns	5 ns	22 ns
quaz-11-15	DS-CSSD-CLD	19 ns	-19 ns	3 ns	20 ns
quaz-11-15	ptp_PTP	2 ns	-2 ns	16 ns	7 ns

Frequency MTIE Top List

Device	Target	Period Delta	Period Delta	MTIE
KL-Q7N-11	KL-Hyperion-500-XLNU-3	1.04 µs	-1.04 µs	16 ns
KL-Q7N-11	KL-Hyperion-500-XLNU-2	1.04 µs	-1.04 µs	16 ns
quaz-11-15	ptp_Q-100MCI-30	304 ns	-304 ns	7 ns
KL-Q7N-11	Q-100-TEBAS-1	57 ns	-57 ns	4 ns
KL-Q7N-11	Q-100-MC-Q-140	45 ns	-45 ns	36 ns
KL-Q7N-11	KL-Hyperion-500-ATZEA-Q-140	30 ns	-30 ns	6 ns
quaz-11-15	DS-CSSD-CLD	23 ns	-23 ns	5 ns
quaz-11-15	DS-CSSD-CLD	19 ns	-19 ns	3 ns
quaz-11-15	ptp_PTP	2 ns	-2 ns	16 ns







Obecnie pojawiające się wymagania:

1. IEC/PAS 62443(-4-2) - Security for industrial process measurement and control – Network and system Security

- Wymagania operatorów na obecnym poziomie to SL1 z elementami SL2

2. IEC/PAS 62351 – Power system management and associated information exchange

3. NIS-2 – wymagania ogólne

4. Co z aplikacjami (GOOSE, SV, PMU - transmisją i synchronizacją czasu) ?

Synchronizacja czasu



IEC TR61850-5 Klasa synchronizacji	Maksymalna niedokładność [us]	Detekcja zmian fazy dla 50Hz [stopień]	Warstwa transmisji	Aplikacja
T5	<1	0,02	L2	SV, PMU
T4	<4	0,1	L2	SV, PMU, GOOSE

Opóźnienie przełączania protekcji



Klasa opóźnienia	Maksymalny czas przełączania [ms]	Metoda zabezpieczenia	Aplikacja
TR0	<0	PRP, HSR, Inne	SV, PMU, TRIP (GOOSE)

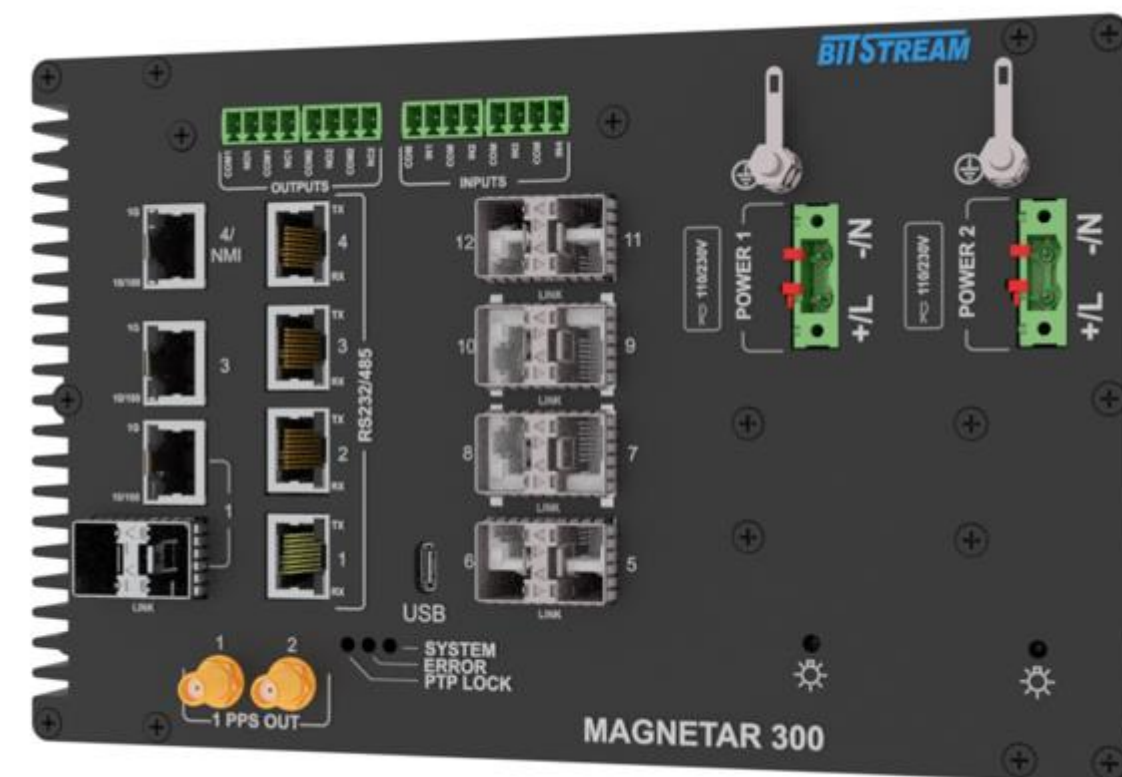
Opóźnienie transmisji



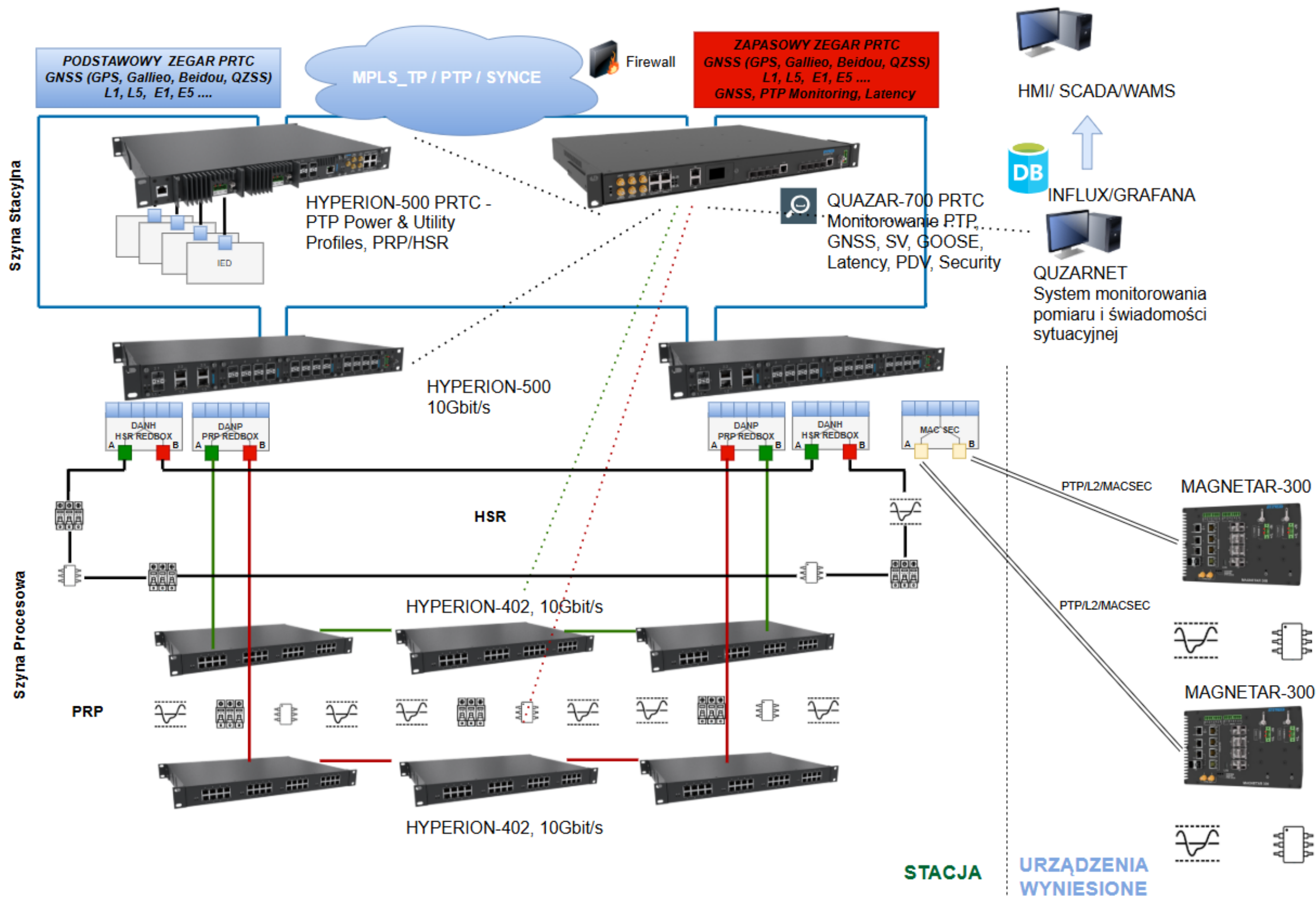
IEC TR61850-90-1 Klasa opóźnienia	Maksymalne opóźnienie [ms]	Klasa transferu Acc. IEC61850-5	Aplikacja
TR1	< 0,2		SV
TR1	<3ms / (0.2HQ)	TT6	Trip <u>Goose</u> , <u>blocking</u>

MAGNETAR 300

- Monitorowanie i ochrona naruszeń warstwy fizycznej
- Precyzyjna synchronizacja czasu **PTP** dla urządzeń pomiarowych (Analizatory Jakości, PMU, inne)
- Szyfrowanie na poziomie warstwy drugiej **L2 (MACSEC)** oraz **L3 (IPSEC, VPN)**
- Możliwość łączenia systemów kryptograficznych [CS2] np. **MACSEC - >IPSEC, IPSEC -> IPSEC**, itp.
- Systemy dynamicznego routingu ze zbieżnością sieci L3 (ISO OSI) poniżej 20ms oraz typowe mechanizmy jak OSPF, BGP, inne
- Separacja sieci w warstwie L3 (**Virtualne Routery**) i L2 niezależne kanały **MACSEC**
- Bezpieczeństwo konfiguracji i zarządzania, wyłączanie dostępu, usług, konfiguracja przez pamięć na karcie
- **Firewall** L2,L3,L4 z DNAT
- Bezstratna protekcja w przypadku przełączania danych – technologie **0 utraty pakietów L3 oraz opcjonalnie L2**
- Zgodność z **IEC/PAS 62443-4-2** - Security for industrial process measurement and control – Network and System Security nawet do SL3
- Wsparcie dla protokołów cyfrowych zautomatyzowanych stacji elektroenergetycznych **IEC61850, (MMS, GOOSE, PDC)**
- Interfejsy dodatkowe (komunikacja szeregową, stykowe, pomiarowe) umożliwiające integrację danych z **OZE**
- Detekcja naruszeń fizycznych urządzenia
- Dodatkowe sygnały synchronizacji PPS/IRIG-B
- Współpraca ze **SCADA**



Bezpieczna synchronizacja, transmisja – rozwiązania





Właściwości rozwiązań BITSTREAM S.A.

Bezpieczna synchronizacja, transmisja

- Wykorzystanie wielosystemowych i wieloczęstotliwościowych rozwiązań GNSS jako źródeł czasu w stacjach
- Możliwość dywersyfikacji systemów i/lub częstotliwości dla serwera głównego i zapasowego
- Podwójny odbiornik GNSS (jednoczesny tryb czasu, i tryb śledzenia pozycji) dla wspomagania mechanizmów przeciwdziałających spoofingowi i jammingowi
- Wbudowane wieloportowe rozwiązania PRP/HSR w zegary/monitory.
- Opracowane aplikacje ochrony synchronizacji czasu z protekcją międzystacyjną i sprzętową zaporą dla danych bazujące na systemie świadomości sytuacyjnej
- Monitorowanie jakości synchronizacji poprzez porównanie i pomiar stacji/zdalnych/lokalnych GNSS PTP (aplikacja ekspercka BITSTREAM S.A.)
- Transport sygnałów PTP w łączach optycznych do urządzeń poza stacją i między stacjami
- Wykorzystanie szyfrowania MACSEC do szyfrowania warstwy L2 i PTP
- Możliwość utrzymania synchronizacji z wykorzystaniem stabilnych oscylatorów
- Szyfrowanie na wszystkich wymaganych warstwach MACSEC/IPSEC/VPN
- Bezstratne mechanizmy transmisji dla warstw L2 i L3 (z dobrą zbieżnością)
- IEC62443 do SL3 dla aplikacji wyniesienia transmisji i synchronizacji poza stację



BITSTREAM[®]

Dziękuję
—

Krzysztof Nowacki
www.bitstream.pl