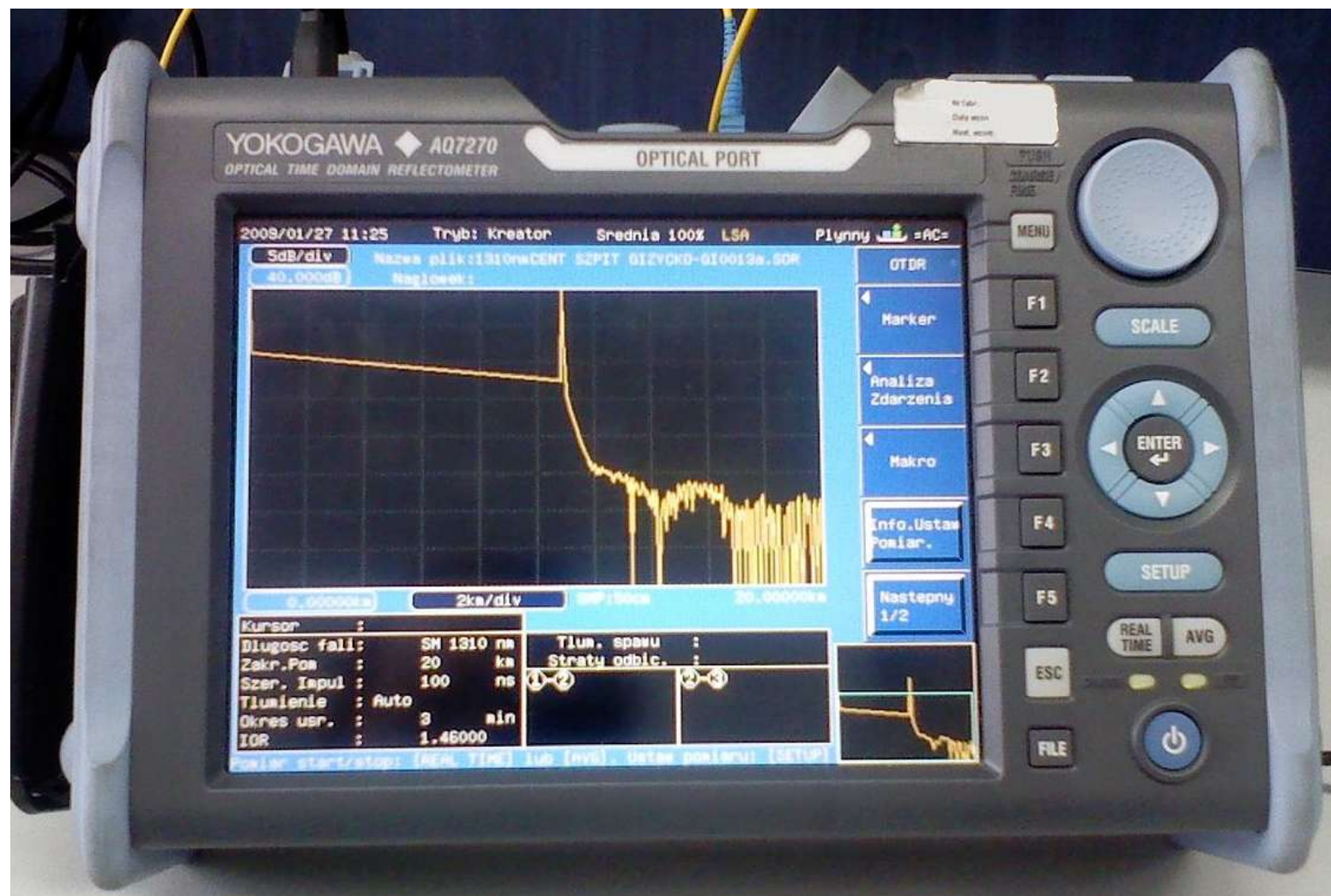


Pomiary reflektometryczne

Podstawowymi przyrządami pomiarowymi używanymi zarówno podczas prac wykonawczych jak i eksploatacyjnych są reflektometry

Oprócz wygody i przejrzystości oferowanych wyników oferują one precyzyjną charakterystykę torów optycznych.



Reflektometry można podzielić na:

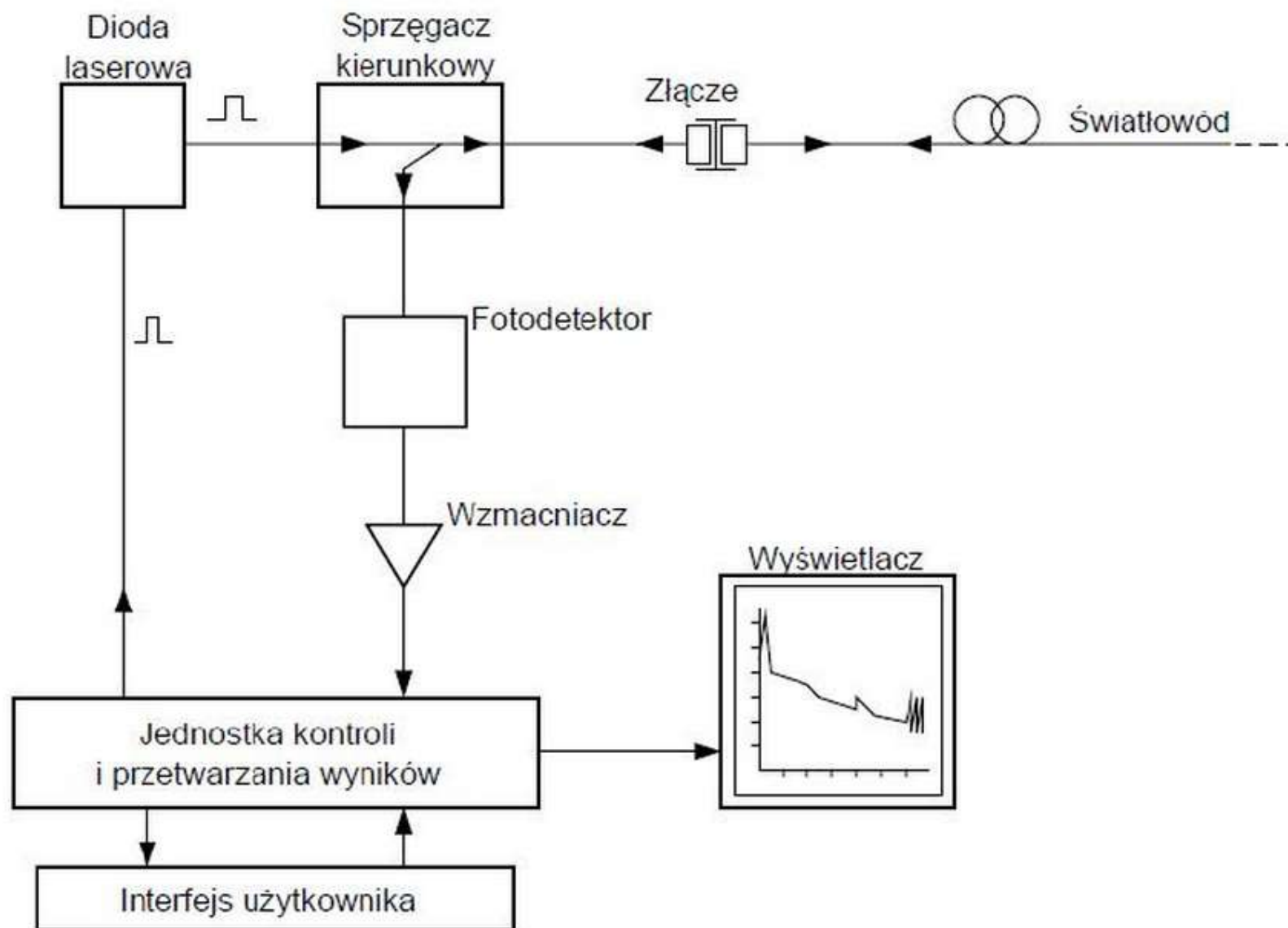
- reflektometry do torów przewodów miedzianych, zwane także: TDR (skrót od ang.: Time-Domain Reflectometer)**
- reflektometry optyczne - do badania torów światłowodowych, zwane także: OTDR (skrót od ang.: Optical Time-Domain Reflectometer)**

Za pomocą OTDR możemy określić i zweryfikować:

- tłumienność jednostkową poszczególnych włókien [w dB/km],**
- tłumienność optyczną spoin i połączeń mechanicznych [w dB],**
- tłumienność odbicia wstecznego złączek czyli eflektancję [wdB];**
- graficzne przedstawienie poziomu mocy optycznej w funkcji odległości pozwala określić niejednorodności występujące na trasie pomiaru,**
- deformacje spowodowane zgnieceniami, pęknięciami, a przede wszystkim błędami montażowymi takimi jak: zbyt mały promień wyłożenia włókien w kasetach i uszkodzenia mechaniczne powstałe na skutek nieostrożnego obchodzenia się z kablem.**

Zasada działania reflektometru

Współczesny OTDR jest precyzyjnym instrumentem elektronicznym wyposażonym w wyświetlacz ciekłokrystaliczny, wewnętrzną pamięć, i odpowiednie oprogramowanie. Posiada on wejście optyczne przystosowane do standartowych złączy czyli zakończeń włókien. Wewnątrz przyrządu znajduje się rozdzielacz optyczny, który tor wyjściowy łączy z laserowym źródłem światła i czułym fotodetektorem.



Pomiar polega na wysłaniu w mierzony światłowód impulsów o dobieranej szerokości i ustalonej wcześniej długości fali, a następnie detekcji tej ich części, która ulega odbiciu.

Na podstawie zadanych parametrów OTDR rysuje wykres mocy optycznej (a dokładnie jej spadku) w funkcji odległości.

Całość podana jest w skali logarytmicznej. Oprócz formy graficznej dokonywane jest autowyszukiwanie zdarzeń (opcja) i zestawienie wielkości dla nich charakterystycznych.

W trakcie propagacji impulsu wysłanego z OTDR wzdłuż światłowodu obserwuje się dwa zjawiska:

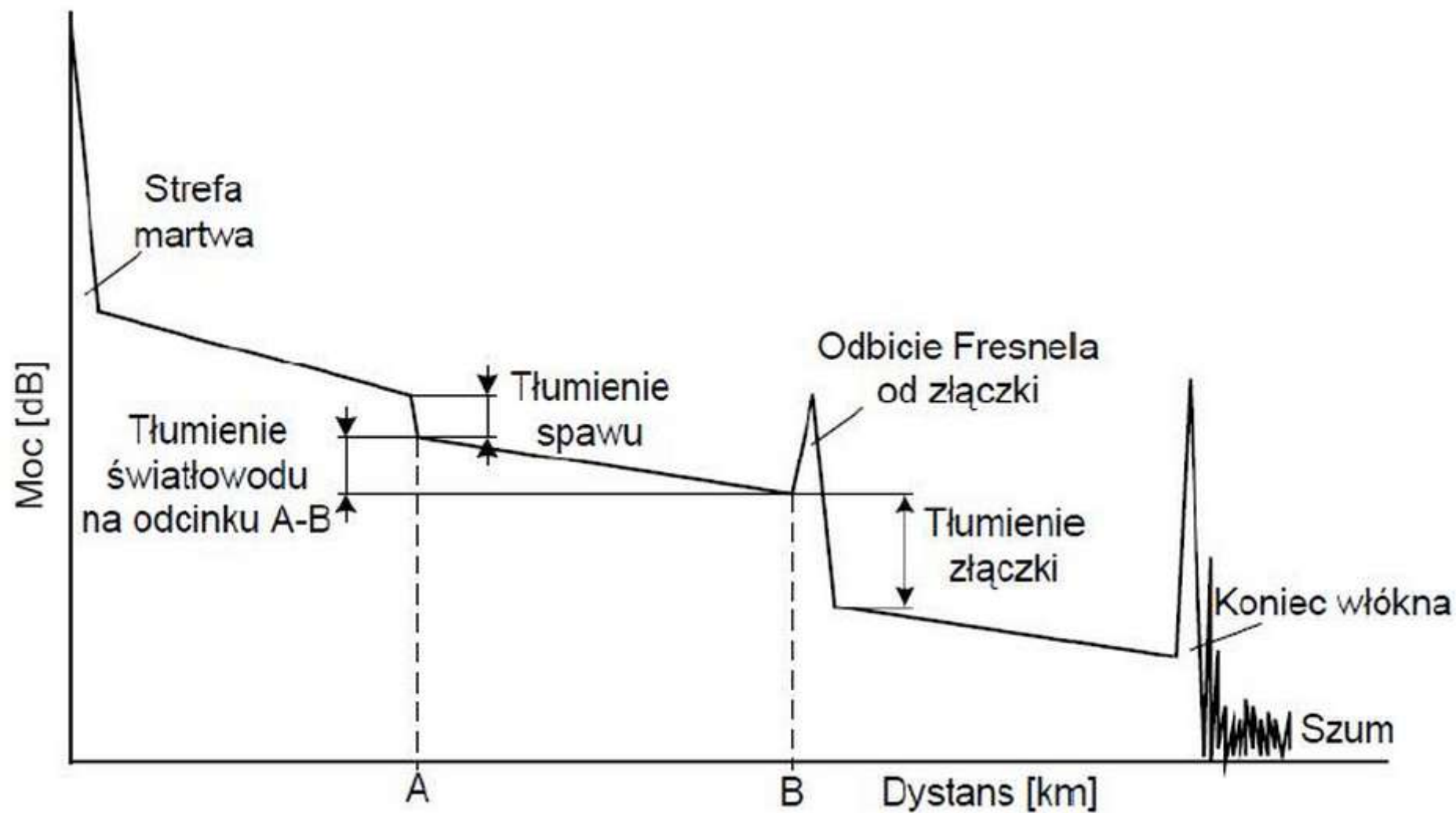
-rozpraszanie Raileigha - polega na **odbijaniu światła przez cząsteczki materiału** z którego zrobiony jest światłowód. Niewielkie ilości światła odbijają się wstecz w kierunku nadajnika z każdego miejsca światłowodu.

-odbicie Fresnela - występują, gdy światło propagujące wzdłuż światłowodu napotyka na nagłą **zmianę gęstości materiału**. Takie zmiany występują na złączach, spawach, pęknięciach, tam gdzie mogą powstać szczeliny powietrzne. Odbijana jest wówczas znaczna część światła. Intensywność odbicia zależy od różnic współczynników załamania sąsiadujących obszarów.

Powracający sygnał składa się łącznie z sygnału powstałego w wyniku rozpraszania Rayleigha i odbić Fresnela. W przyrządzie OTDR sprzęgacz optyczny kieruje odbity sygnał do półprzewodnikowego detektora gdzie zamieniany jest on na sygnał elektryczny. Następnie sygnał podlega konwersji analogowo cyfrowej i jest podawany do mikroprocesora do analizy i prezentacji. Procesor **uśrednia dane w celu poprawienia **stosunku sygnału do szumu** i wyświetla **wykres powracającej fali w światłowodzie**.**

Światło odbite od określonego miejsca w światłowodzie pojawia się w detektorze po czasie potrzebnym na przebycie drogi od nadajnika do tego punktu i z powrotem.

Znając czas powracania rozproszonego w różnych punktach impulsu oraz prędkość światła w danym ośrodku (równą $v=c/n$) jesteśmy w stanie narysować wykres energii wracającego światła w funkcji odległości od początku włókna.

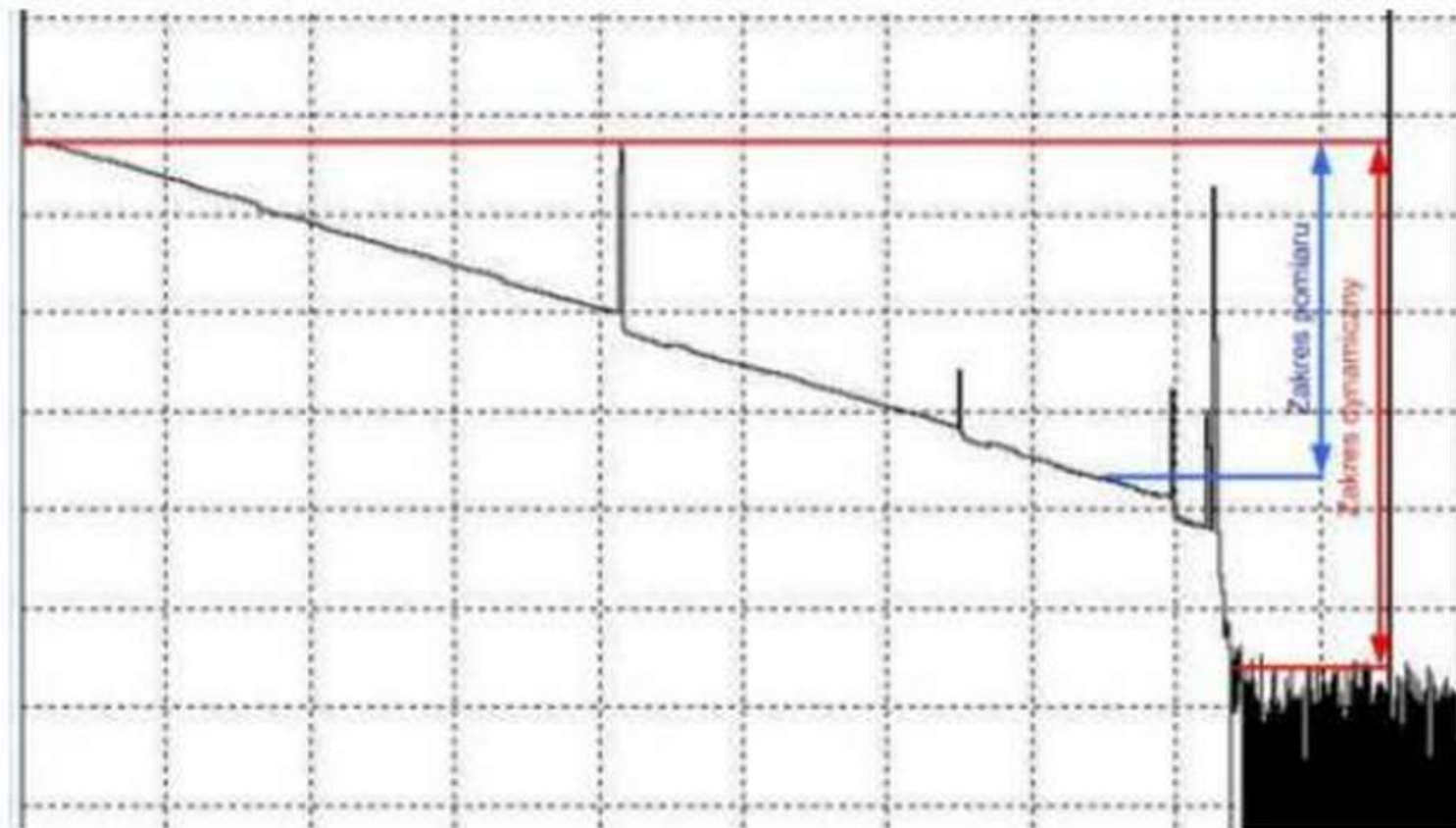


Parametry OTDR

OTDR posiada kilka kluczowych parametrów, które decydują o jakości wykonanego pomiaru:

- Zakres dynamiczny - mierzony w dB jest różnicą pomiędzy poziomem sygnału na początku światłowodu oraz poziomem szumu na końcu światłowodu. Długość impulsu testującego (możemy ją ustawiać) i jego moc (zwykle stała) określają jak wiele energii optycznej jest wstrzyknięte do światłowodu. Większa szerokość i większa moc odpowiadają większemu zakresowi dynamicznemu przyrządu.

-Zakres pomiaru- jest zdefiniowany, jako maksymalne tłumienie, które może być umieszczone pomiędzy OTDR a zdarzeniem mierzonym w światłowodzie, aby zapewnione były akceptowalne limity dokładności. OTDR musi widzieć i mierzyć straty każdego zdarzenia wewnątrz specyfikowanego zakresu pomiaru. Aby zauważyć zdarzenie o tłumieniu 0.02 dB (na tle szumów) pomiędzy nim a reflektometrem tłumienie toru nie może być większe niż Zakres Dynamiczny minus 10 dB.



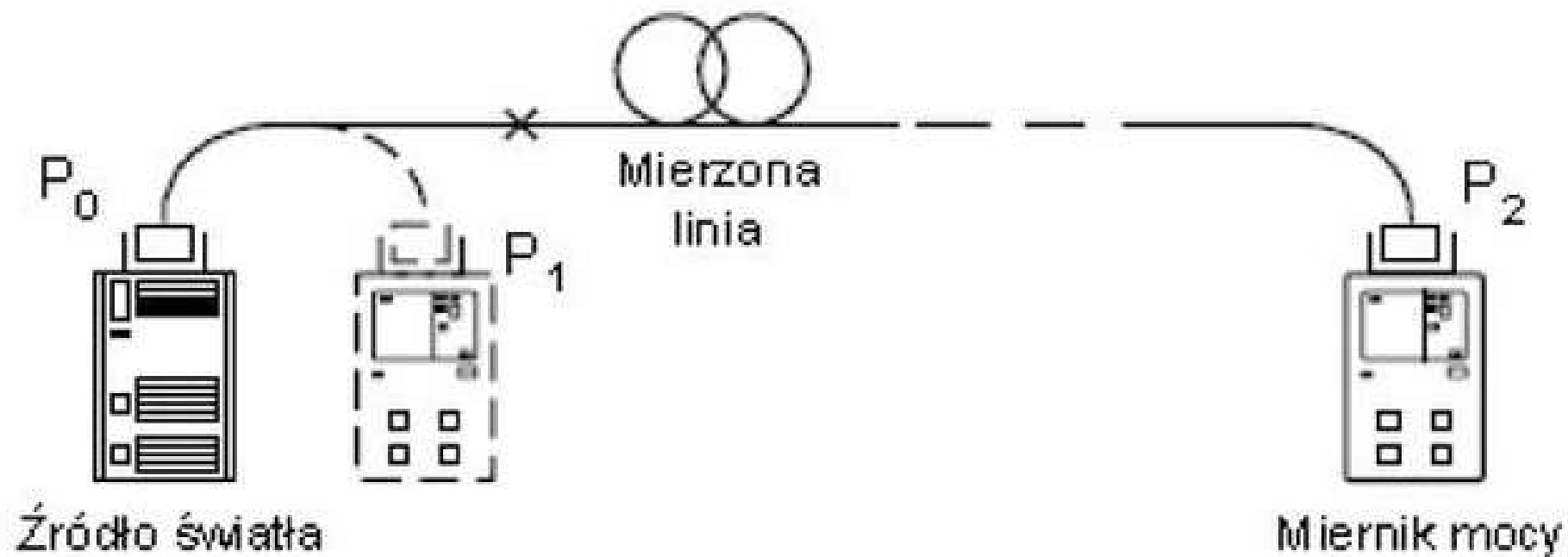
- Strefy martwe- wynikają z czasowego oślepienia detektora, obrazowanego na wykresie bezpośrednio po wydarzeniu odbiciowym.

Występują, gdy duża moc powracająca z odbicia Fresnela trafia do detektora i są związane z każdym wydarzeniem odbiciowym wewnątrz światłowodu.

OTDR nie może detekować i mierzyć wydarzeń w strefie martwej.

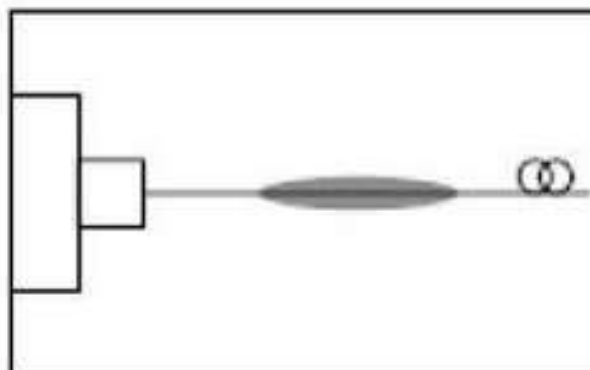
Mamy dwa rodzaje stref martwych związane z wydarzeniami odbicia (event reflective) oraz tłumienia (attenuation, non reflective). Strefa martwa wydarzenia reprezentuje minimalną odległość pomiędzy początkiem wydarzenia a następnym punktem , gdzie kolejne wydarzenie może być detekowane. Strefy martwe są tym większe im dłuższych impulsów stosujemy do pomiaru.

Do oceny jakości toru światłowodowego można użyć miernika mocy optycznej.

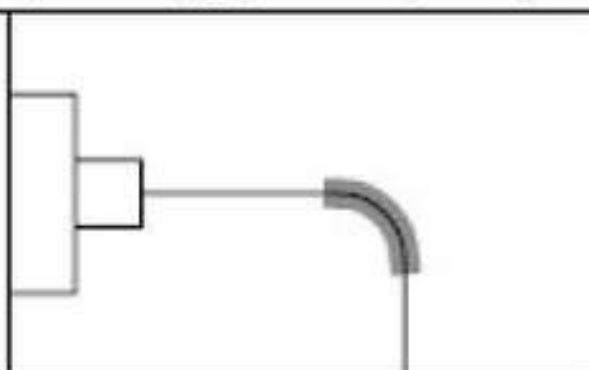


Do wykrywania prostych uszkodzeń i nieprawidłowości montażu w dostępnych miejscach można użyć lokalizatora optycznego będącego silnym źródłem światła

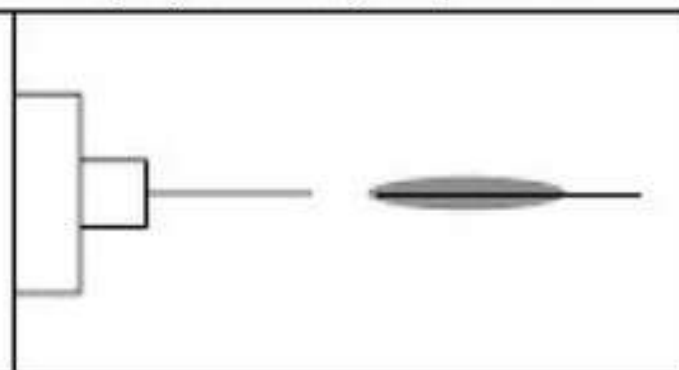
Wykrywanie uszkodzeń w obszarze strefy martwej reflektometru



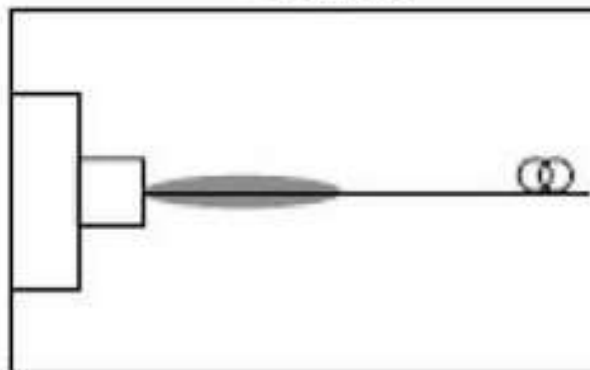
Wykrywanie zgięć powodujących straty mocy



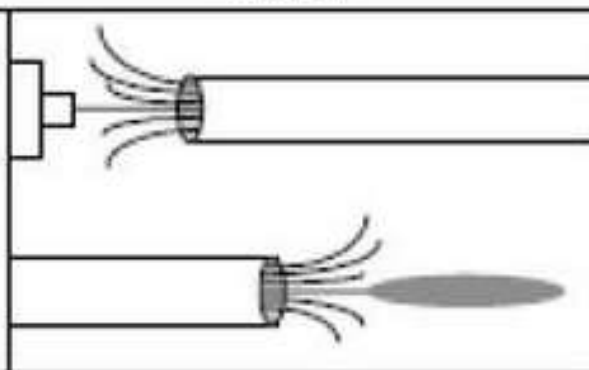
Wykrywanie złych spawów



Wykrywanie uszkodzonych złączek



Identyfikacja włókien w kablu



Wykrywanie defektów powierzchni czołowych złącz

