

# OPTIČKI REFLEKTOMETAR ZA SINGLEMODE VLAKNA AQ7280

---

Čeko-Šupuk, Frane

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split / Sveučilište u Splitu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:228:498962>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-10**



Repository / Repozitorij:

[Repository of University Department of Professional Studies](#)



**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STRUČNE STUDIJE**

Specijalistički diplomski stručni studij elektrotehnike

**FRANE ČEKO - ŠUPUK**

**ZAVRŠNI RAD**

**OPTIČKI REFLEKTOMETAR ZA SINGLEMODE  
VLANA AQ7280**

Split, rujan 2020.

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STRUČNE STUDIJE**

Specijalistički diplomski stručni studij elektrotehnike

**Predmet:** Svjetlovodni sustavi

**ZAVRŠNI RAD**

**Kandidat:** Frane Čeko - Šupuk

**Naslov rada:** Optički reflektometar za singlemode vlakna AQ7280

**Mentor:** Doc. dr. sc. Winton Afrić

Split, rujan 2020.

# SADRŽAJ

SAŽETAK .....	1
SUMMARY .....	2
1.UVOD.....	3
2.SVIJETLOVNODNI SUSTSVI I OPTIČKA TEHNOLOGIJA.....	4
2.1 Građa svjetlovodnih niti .....	4
2.2 Vrste svjetlovodnih niti .....	6
2.3.1 Vrste svjetlovodnih kabela .....	11
3.OTDR .....	13
3.1 Ispitivanje vlakana.....	13
3.2 Održavanje performansi svjetlovodne infrastrukture .....	14
3.3 OTDR kao zaštita .....	14
4. OPTIČKI REFLEKTOMETAR ZA SINGLEMODE VLAKNA AQ7280.....	15
4.1 Konfiguracija sistema.....	15
4.1.1 Glavna jedinica.....	16
4.1.2 OTDR jedinica.....	17
4.1.3 OPM modul .....	18
4.1.4 VLS modul .....	18
4.1.5 Značajke svjetlosnog izvora .....	19
4.1.6 Optički mjerač snage .....	19
4.1.7 USB .....	20
4.2 Optičko mjerenje pulsa.....	21
4.2.1 Modovi rada.....	21

4.2.2	Prosječno mjerenje .....	22
4.2.2.1	Prikaz rezultata nakon prosječnog mjerenja .....	22
4.2.2.2	Prikaz udaljenosti do prijeloma nakon prosječnog mjerenja .....	23
4.2.3	Mjerenja u stvarnom vremenu .....	23
4.2.4	Optičko mjerenje impulsa višezilnih optičkih vlakana .....	24
4.2.5	Nadzor optičkih kabela (/MNT) .....	24
4.3	Optički impulsni valni zaslon .....	25
4.3.1	Refleksija na kraju .....	25
4.3.4	Povratno rasipanje .....	26
4.3.5	Gubitak spoja .....	26
4.3.6	Odraz na mjestu spajanja konektora .....	26
4.3.7	Fresnelov odraz na otvorenom kraju vlakna .....	27
4.3.8	Dinamički raspon .....	27
4.3.9	Zumiranje skale prikaza vala i pomicanje prikaza valnog oblika .....	27
4.4	Analiza optičkog pulsa .....	28
4.4.1	Mjerenje distance .....	28
4.4.2	Gubitak spoja .....	30
4.4.2.1	2 - point metoda .....	30
4.4.2.2	4 - point metoda .....	30
4.4.2.3	6 - point metoda .....	31
4.4.2.4	Povratni gubitak .....	31
4.4.2.5	Analiza više tragova .....	31
4.4.2.6	Analiza dvosmjernog traga .....	32
4.4.2.7	Diferencijalni trag .....	33

4.4.2.8 Analiza sekcije.....	33
4.4.2.9 Uređivanje događaja .....	33
4.4.2.10 Uređivanje popisa događaja.....	34
4.5 Izvori svjetlosti .....	35
4.5.1 Izvori svjetlosti i optički mjerač snage.....	35
4.5.2 Vidljivi izvor svjetlosti .....	35
4.5.3 Optički mjerač snage .....	36
4.5.3.1 Evidentiranje.....	36
4.5.4 Provjera napajanja (/PC).....	36
4.6 Postavljanje uvjeta mjerenja i analize .....	37
4.6.1 zbornik za postavljanje .....	37
4.6.2 Postavljanje načina mjerenja .....	37
4.6.3 Postavljanje mjernih uvjeta u jednostavnom načinu .....	38
4.6.4 Postavljanje uvjeta analize u jednostavnom načinu .....	39
4.6.4.1 Metoda aproksimacije.....	39
4.6.5 Postavljanje mjernih uvjeta u detaljnom načinu.....	41
4.6.6 Prosječna metoda.....	44
4.6.7 Prosječna jedinica .....	45
4.6.8. Prosječno brojanje i prosječno trajanje.....	45
4.6.9 Alarm koji se koristi u vlaknima .....	46
4.6.10 Provjera veze .....	46
4.6.11 Pretraživanje događaja.....	46
4.6.12 Automatsko spremanje .....	47
4.7 Postavljanje uvjeta analize u detaljnom načinu .....	48

4.7.1 Indeks loma (IOR) .....	49
4.7.2 Razina povratnog raspršenja.....	49
4.7.3 Uvjeti pretraživanja događaja.....	50
4.7.4 Fibre Setting .....	50
4.7.5 Napredna analiza .....	51
4.8 Postavljanje mjernih uvjeta u PON načinu.....	52
4.8.1 Postavljanje uvjeta analize u PON načinu.....	52
4.9 Pokretanje i zaustavljanje mjerenja .....	53
4.9.1 Prosječno mjerenje .....	54
4.10 Uređivanje valnog oblika.....	55
4.11 Pretraživač pogrešaka .....	56
4.12 Odabir rute.....	57
4.13 Ethernet interface.....	58
5. ZAKLJUČAK.....	60
LITERATURA .....	61
POPIS SLIKA .....	62
POPIS TABLICA.....	65

## **SAŽETAK**

Optički reflektometar za singlemode vlana AQ7280

Cilj ovog projekta je teoretsko opisivanje optičkog reflektometra za jednomodne svjetlosne niti – YOKOGAWA AQ 7280 .

Teorijsko upoznavanje sa svjetlovodnim sustavima te njihovim osnovnim karakteristikama koje su potrebne za korištenje optičkog reflektometra i razumijevanje mjerenja koja se sa uređajem mogu napraviti. Upoznavanje sa funkcijama , karakteristikama , načinom rada, dijelovima, komunikacijom te sistemskim greškama nastalim na uređaju.

Ključne riječi: Yokogawa, ODTR, jednomodne, svjetlost



## **SUMMARY**

Optical reflectometer for singlemode fiber AQ7280

The aim of this project is to theoretically describe an optical reflectometer for single - mode light fibers - YOKOGAWA AQ 7280.

Theoretical introduction to fiber optic systems and their basic characteristics required for the use of an optical reflectometer and understanding of the measurements that can be made with this device. Introduction to the functions, characteristics, mode of operation, parts, communication and system errors of this device.

Keywords: Yokogawa, ODTR, single mode, light

## 1.UVOD

Zadatak ovog rada je teorijski opisati uređaj – optički reflektometar za jednomodne svjetlovodne niti YOKOGAWA AQ7280, približiti korištenje uređaja krajnjem korisniku te opisati njegove funkcije i karakteristike.

Drugo poglavlje opisiva teorijsku pripremu znanja o svjetlovodnim sustavima te o optičkoj tehnologiji. Povijesti razvoja svjetlovodnih sustava, opis građe i karakteristika svjetlovodnih niti i kabela.

Treće poglavlje opisuje OTDR optičke reflektore vremenske domene, njihovu funkciju te karakteristike na osnovu kojega OTDR uređaji vrše svoja ispitivanja i mjerenja. Opisuju se osnovne metode OTDR mjerenja te kakvu vrstu podataka uređaji prikupljaju.

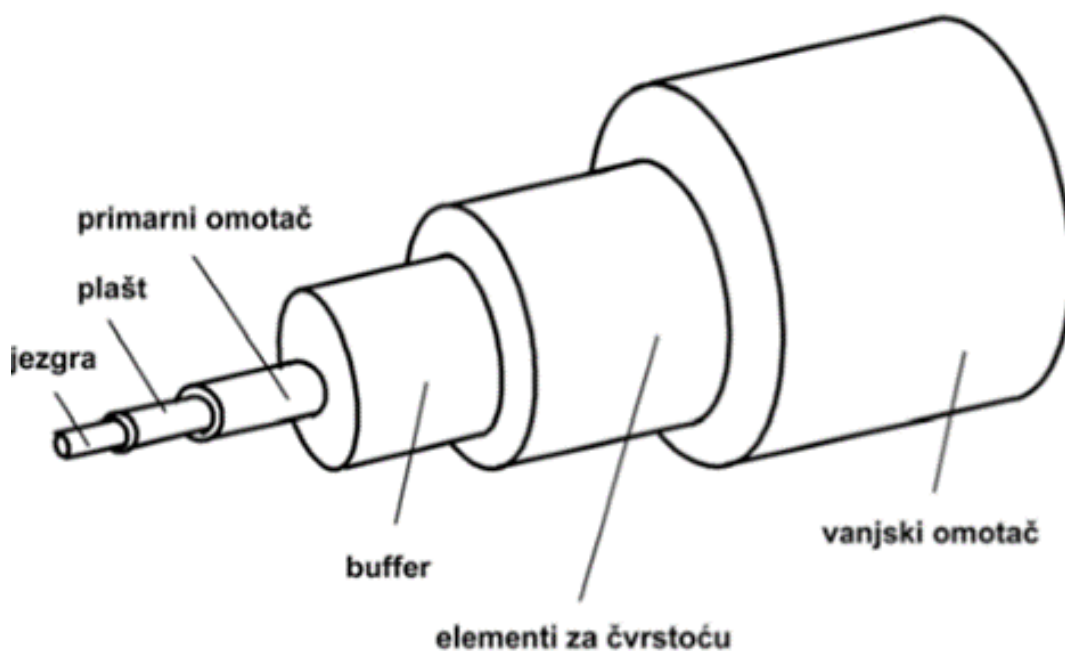
Nakon utvrđenih osnova o građi svjetlovodnih sustava i funkcioniranju OTDR uređaja četvrto poglavlje opisuje karakteristike, korisničko sučelje te osnovne systemske funkcije optičkog reflektometra za singlemodna vlakna AQ7280.

## 2.SVIJETLOVNODNI SUSTSVI I OPTIČKA TEHNOLOGIJA

Svjetlost je transverzalni elektromagnetski val, tj. val u kojem sinusne oscilacije magnetskog polja uzrokuju sinusne promjene jakosti električnog polja. Ne mogu se svi elektromagnetski valovi vidjeti kao svjetlost, već njoj pripada samo jedan malen dio elektromagnetskih valova, čija se valna duljina nalazi u mikro metarskom valnom području.

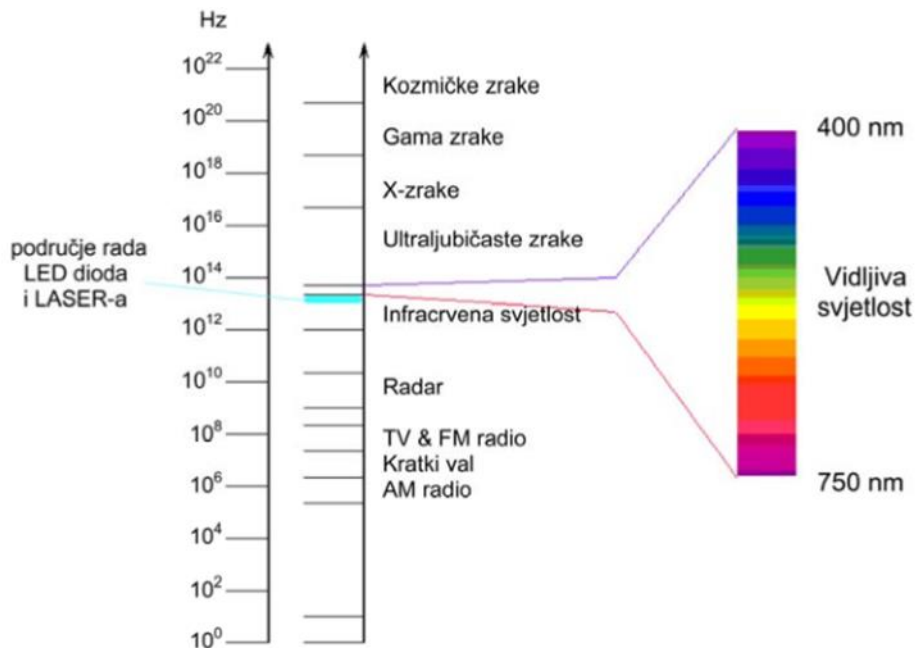
### 2.1 Građa svjetlovodnih niti

Zasad se najboljim svjetlovodnim prijenosnim sustavom pokazao sustav koji kao prijenosni medij koristi svjetlovodne niti (*eng. Fiber*). Svjetlovodna nit je transparentan dielektrični cilindar obavijen drugim transparentnim dielektričnim cilindrom kako je to prikazano slikom 2.1.



Slika 1 Svjetlovodna nit

Prijenos energije odvija se na svjetlovodnim valnim duljinama od infracrvenog do ultraljubičastog spektra.

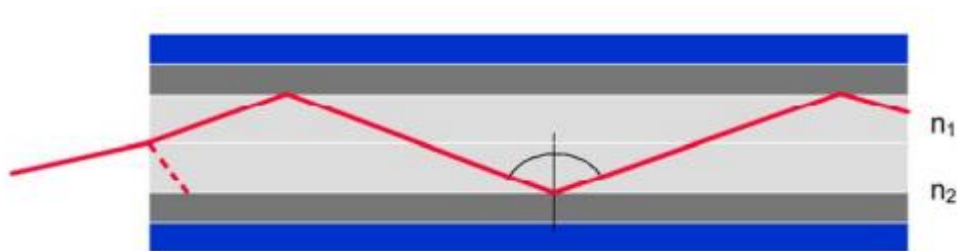


Slika 2 spektar elektromagnetskog zračenja

Svjetlost se zbog niza refleksija kroz svjetlovodnu nit prenosi od ruba do ruba između jezgre (unutrašnji cilindar) i omotača (vanjski cilindar). Kako bi do refleksije uopće došlo potrebno je ispuniti dva uvjeta:

- Prvi je veći svjetlosni indeks loma materijala od koga je izrađena jezgra u odnosu na materijal od koga je izrađen omotač.
- Drugi je dovoljno malen upadni kut svjetlosti u odnosu na svjetlovodnu nit.

Ukoliko su oba uvjeta ispunjena, svjetlost se zbog niza refleksija prostire kroz nit od jednoga do drugoga njezina kraja.



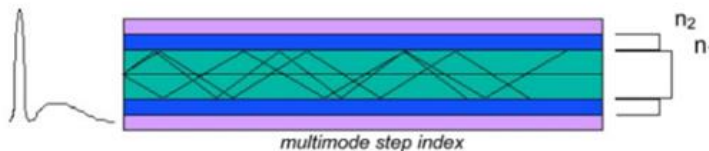
Slika 3 prostiranje svjetlosti kroz svjetlosnu nit

## 2.2 Vrste svjetlovodnih niti

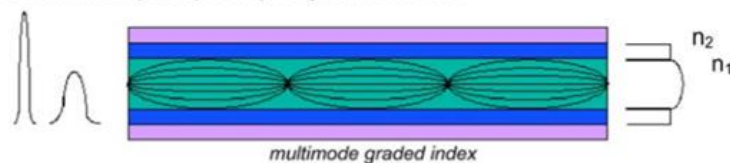
Ovisno o vrsti izvedbe, svjetlovodne niti dijele se na jedno modne ili mono modne (eng. *Singlemode Fiber*), kod kojih je broj usmjerenih modova jedan i na višemodne ili multimodne (engl. *Multimode Fiber*), po čijoj se jezgri mogu širiti stotine i tisuće modova. Pod pojmom mod podrazumijeva se jedan prijenosni kanal kojim se širi zraka svjetlosti unutar svjetlovodne niti npr. za ilustraciju može se zamisliti da mod kod svjetlovodne niti ima identičnu funkciju kao jedna bakrena žica unutar više žičnog bakrenog kabela. Obzirom na geometrijske karakteristike svjetlovodnih niti, odnosno na način širenja svjetla unutar jezgre, možemo ih podijeliti u tri osnovne skupine:

- Više modna nit s skokovitim indeksom loma
- Više modna nit s kontinuirano promjenljivim indeksom loma
- Jedno modna nit

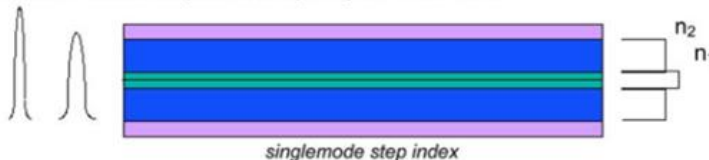
Višemodna vlakna sa stepenastom promjenom indeksa



Višemodna vlakna sa postupnom promjenom indeksa



Jednomodna vlakna sa stepenastom promjenom indeksa

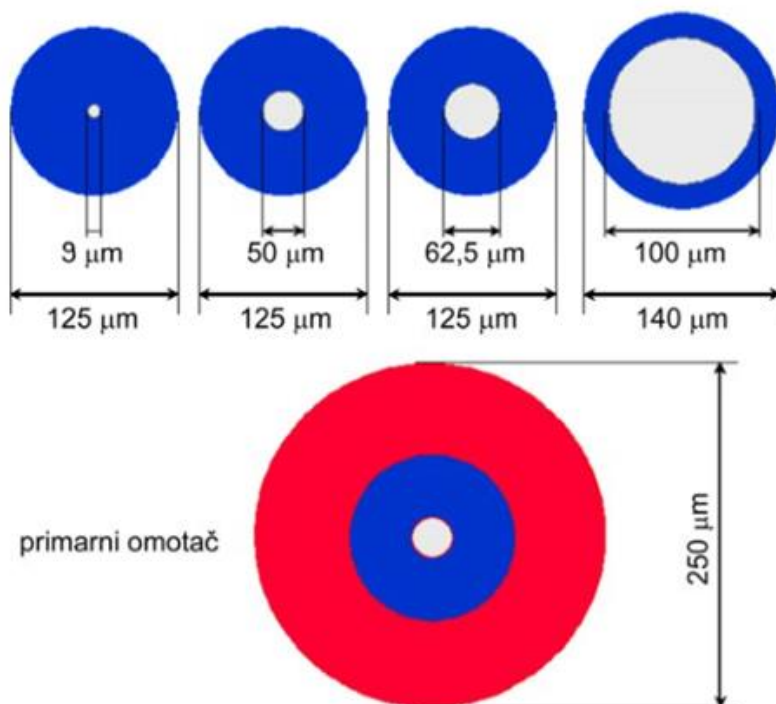


Slika 4 vrste svjetlovodnih niti

Svjetlovodna nit se uobičajeno sastoji od staklene jezgre cilindričnog oblika, oko koje je stakleni omotač koji ima različiti indeks loma svjetlosti od jezgre. Kod više modnih svjetlovodnih niti sa skokovitim indeksom loma postoji više mogućih putova širenja svjetlosne zrake kroz niti. Ovakvo širenje po višestrukim putovima dovodi do proširenja tj. disperzije zrake svjetlosti koja se širi svjetlovodnom niti, što se izravno odražava na najveću moguću brzinu prijenosa signala. Mnogo složenije više modne niti su one s kontinuirano promjenjivim indeksom loma, tzv. gradijentne niti. One imaju manju modalnu disperziju jer im se indeks loma jezgre mijenja u koncentričnim kružnicama. Na taj se način zrake ne odbijaju u diskretnoj točki, nego se postupno zakrivljuju te prate gotovo sinusoidalnu putanju u niti. Zbog manjeg indeksa loma u područjima dalje od središta niti, zrake koje putuju pod većim kutom imaju veću brzinu od onih koje propagiraju pretežno u središnjem djelu niti. Zbog male disperzije kroz ove niti mogu se prenositi signali mnogo većom brzinom. Za prijenos signala najvećim brzinama koriste se jedno modne niti. Kod njih je promjer jezgre reda veličine valne dužine svjetla pa se može širiti samo jedan mod. Osim opisanih svjetlovodnih niti za potrebe prijenosa podataka unutar malih lokalnih mreža mogu se koristiti i tzv. PCS niti (*eng. Plastic Clade Silica*). To su niti koje imaju staklenu jezgru i plastičnu ovojnici. Obzirom da se one koriste za male udaljenosti (do 2 km), promjer jezgre niti i numerički otvor su obično važniji od samog gušenja i širine pojasa propuštanja. Gledajući podatak o promjeru poprečnog presjeka, svjetlovodne niti imaju vrlo male dimenzije. Na slici Slika 5 su prikazane najčešće. Kako bi se stekla predodžba o prikazanim veličinama, moguće ih je usporediti sa jednom vlasu ljudske kose koja ima promjer od oko 100  $\mu\text{m}$ . Vrste svjetlovodnih niti definirane su s dvije brojčane oznake od kojih prva daje podatak o promjeru jezgre, dok druga daje podatak o promjeru omotača. Oznake dimenzija kabela su:

- 9/125  $\mu\text{m}$
- 50/125  $\mu\text{m}$
- 62,5/125  $\mu\text{m}$
- 100/140  $\mu\text{m}$ .

Osim promjera niti vrlo važna dimenzija u specifikaciji kabela je i vanjski promjer plašta. Normirane vrijednosti su promjeri od 250 i 900  $\mu\text{m}$ . Ova dimenzija je važna jer je oprema za zaključivanje svjetlovodnih niti prilagođena ovoj veličini.



Slika 5 dimenzije svjetlovodnih niti

Obzirom na materijal od kojih su proizvedene, niti se dijele na:

- staklene – u najširoj su upotrebi; izrađene su od ultra čistog, ultra transparentnog silicij dioksida ( $\text{SiO}_2$ ), kojem su namjerno dodane nečistoće kako bi se postigao željeni indeks loma; tako npr. germanij ili fosfor povećavaju indeks loma, dok ga bor i fluor smanjuju.
- staklo - plastične (*eng. Plastic-Clad Silica - PSC*) – ove niti imaju staklenu jezgru i plastični omotač.
- plastične– imaju plastičnu jezgru i plašt; u usporedbi s ostalim vrstama imaju lošija svojstva što se tiče slabljenja signala i širine prijenosnog pojasa, dok ih s druge strane njihova niska cijena i jednostavnost upotrebe čine zanimljivim za određene primjene.

Osim parametara koji određuju prijenosne karakteristike svjetlovodnih niti, vrlo važne su i njihove mehaničke značajke. Svjetlovodna nit izdržava silu vlaka dvostruko veću od

čelične niti iste debljine. Glavni razlog slabosti svjetlovodnih niti su pukotine na površini koje se pod povećanim opterećenjem šire te u krajnjem slučaju mogu dovesti do puknuća niti. Svjetlovodne niti imaju ograničenja u savijanju te se definira najmanji dopušteni polumjer savijanja. Uz opasnost od mehaničkog oštećenja savijanjem se smanjuje izdržljivost niti na vlačna naprezanja i povećava efekt slabljenja signala.

### 2.3 Svjetlovodni kabeli

Kako bi se svjetlovodne niti mogle koristiti za komunikacijske svrhe potrebno ih je prije upotrebe na odgovarajući način “zapakirati”. Kabel predstavlja “ambalažu” u koju su zamotane jedna ili više niti. Oni ih zaštićuju od mehaničkih, kemijskih i ostalih utjecaja okoline kroz koju se provlače. Kod električnih vodiča kabel služi i za zaštitu od električnog udara, što nije slučaj kod optičkih kabela. Optički kabeli se isporučuju u različitim izvedbama. Svojstva kabela na temelju kojih se vrši izbor su izdržljivost na vlak, otpornost prema raznim okolinama, temperaturna stabilnost, fleksibilnost i estetski izgled. Glavni dijelovi optičkog kabela su:

- svjetlovodna nit
- zaštitni omotač (*eng. Buffer*)
- elementi za čvrstoću
- vanjski omotač

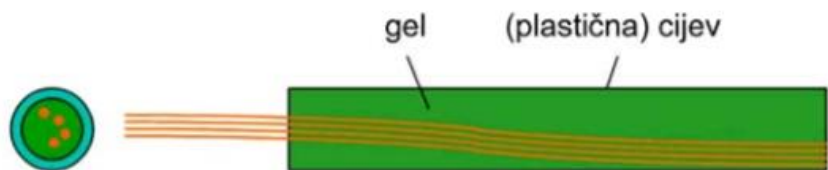
Zaštitni omotač predstavlja najjednostavniju zaštitu niti koja se nanosi izravno na nit (*eng. Jacket*). Ovaj sloj je dio niti i njega nanosi proizvođač svjetlovodnih niti. Ova prva zaštita ujedno je i element koji određuje boju niti.



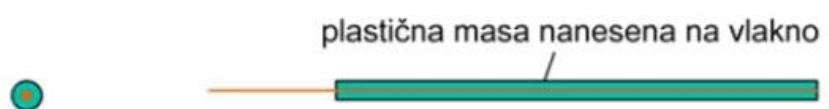
Dodatnu zaštitu niti (*eng. Buffer*) dodaje proizvođač kabela. Vrste ovakve zaštite su:

- labavi zaštitni omotač (*eng. Loose Buffer*) – koristi čvrstu plastičnu cjevčicu čiji je unutrašnji promjer nekoliko puta veći od vanjskog promjera niti. Jedna ili više niti nalaze se u jednoj cjevčici, a cjevčica je ispunjena gelom ili uljem. Cjevčica izolira niti od ostatka kabela te ih štiti od mehaničkih sila koje djeluju na kabel.
- čvrsti zaštitni omotač (*eng. Tight Buffer*) – predstavlja plastičnu zaštitu koja je izravno nanescena na niti. Ovakva konstrukcija omogućuje bolju udarnu otpornost. S druge je strane čvrsti zaštitni omotač osjetljiviji na promjene temperature. Zbog različitog temperaturnog koeficijenta uslijed promjene temperature dolazi do mehaničkog opterećenja niti. Ovo može uzrokovati pojavu mikro pregiba u niti. Velika prednost kabela s ovom vrstom zaštitnog omotača su manji dozvoljeni polumjeri savijanja i puno lakše manipuliranje.
- polu čvrsti zaštitni omotač (*eng. Semi Tight ili eng. Micro Loose Buffer*) – zaštitni omotač koji objedinjuje dobra svojstva prethodne dvije vrste omotača.

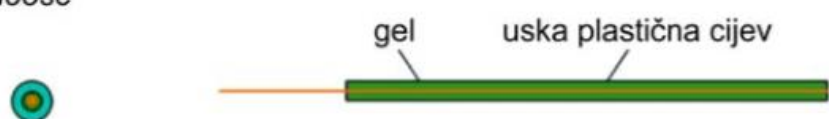
- labavi (*engl. loose*)



- čvrsti (*engl. tight*)



- *semi tight ili micro loose*



Slika 6 vrste zaštitnih omotača

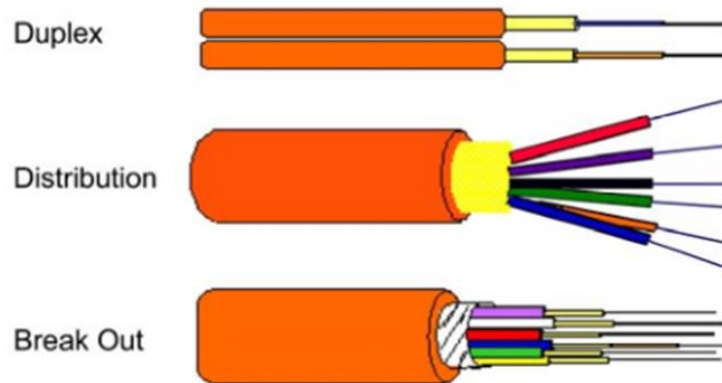
Elementi za čvrstoću (eng. Strength Members) daju mehaničku čvrstoću kabele. Za vrijeme instalacije, ali i tijekom eksploatacije, na kabel djeluju vanjske sile koje ne smiju oštetiti svjetlovodnu nit. Danas je najpopularniji materijal za ovu svrhu kevlar, a osnovna mu je prednost izostanak istezanja kod vlačnih opterećenja. Osim kevlara koriste se još čelik i fiberglass, ali uglavnom u kabele sa više niti. Čelik je po mehaničkim svojstvima bolji, ali Fiberglass omogućuje galvansku odvojenost. Vanjski omotač (eng. Outer Jacket) štiti od mehaničkih i kemijskih oštećenja kao što su habanje, ulje, kiseline, alkali, glodavci itd. Izbor materijala ovisi o razini zaštite koja se želi postići. Materijali koji se koriste za izvedbu vanjskih omotača su PVC, polietilen, polipropilen, najlon, teflon, i sl.

### 2.3.1 Vrste svjetlovodnih kabela

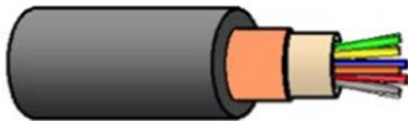
U ponudi na tržištu nalazimo razne nazive svjetlovodnih kabela (slika 12) koje se razlikuju prema broju svjetlovodnih niti i prema vrsti vanjskog omotača, tako da razlikujemo slijedeće izvedbe:

- kabeli s jednom niti (*Simplex*),
- kabeli s dvije niti (*Duplex*),
- više nitni (*Multifiber*) kabeli,
- kabeli s tankim vanjskim omotačem (*Light Duty*),
- kabeli s debljim vanjskim omotačem (*Heavy Duty*) koji omogućuje grublje rukovanje prvenstveno prilikom instalacije,
- *Plenum* kabeli s visokom protupožarnom otpornošću, koji se polažu u zračne prostore kao što su strukture u podu, spuštene stropovi, prostori između zidova i sl.,
- *Raiser* kabeli, koji se koriste za polaganje između etaža građevine kroz energetske vertikale,
- *Distribution* kabeli, kod kojih je više niti omotano je u isti omotač,
- *Break Out* kabeli, kod kojih je nekoliko individualnih *Simplex* kabela smješteno unutar jednog vanjskog omotača,
- kabeli za vanjsko polaganje koji imaju veliki broj svjetlovodnih niti, koriste se za zračno polaganje, za direktno ukopavanje ili za polaganje u vodu, pri čemu se koristi više tehnika pakiranja niti u što manjem prostoru (*Ribbon* kabeli). Kod ove

vrste kabela važnu ulogu imaju elementi za čvrstoću i vanjski omotač, koji u većem dijelu i određuju ukupnu cijenu kabela.



- ♦ za vanjsko polaganje
  - za zračno polaganje
  - za ukopavanje
  - za podvodno polaganje



- ♦ zahtjevi
  - otpornost na vlagu
  - zaštita od glodavaca
  - UV zaštita
  - temperaturno područje
  - kabeli sa metalnim djelovima ili potpuno dielektrički kabeli

Slika 7 vrste svjetlovodnih kabela za unutarnje i vanjsko polaganje

## 3. OTDR

Optički reflektometar vremenske domene puno je ime OTDR. U poljima za ispitivanje vlakana vrlo je važan i uobičajen optoelektronski instrument koji služi za potvrđivanje i karakterizaciju optičkih vlakana. Tijekom svog radnog procesa, optički reflektor vremenske domene šalje niz vlakana optičkih impulsa u kabel vlakana, svjetlosni signal svjetla će se raspršiti natrag i odbiti unatrag od točaka duž vlakana. zbog atributa stakloplastike, točke spoja vlakana ili puknuća vlakana. Jačina povratnih impulsa mjeri se i integrira kao funkcija vremena, a crta se kao funkcija duljine vlakana. Na taj način, OTDR može otkriti duljinu optičkog kabela, općenito prigušenje optičkog kabela i locirati točku prekida.

### 3.1 Ispitivanje vlakana

Dobra kvaliteta optičkih mreža vrlo je važna za zdravlje kritičnih mreža, posebno za poslovnu upotrebu. Za mrežnog administratora vrlo je važno znati koliko je dobro uložena vlaknasta kablovska mreža izvedena i kako riješiti probleme pri njihovom prvom pojavljivanju. Potvrda optike vlakana doživjela je razvoj od *Tier 1, Fiber Optics Certification Basic do Tier 2* certificiranja vlakana, koji je proširio razinu 1 s optičkim reflektometrom vremenske domene (OTDR).

Tier 1 testovi su prigušenje (gubitak umetanja), duljina i polarit, potrebna je potpuna certifikacija optičkih vlakana u svim kablovskim optičkim vlaknima. Tijekom testiranja prvog reda mjeri se veza i slabljenje te se rezultati dokumentiraju. Ovaj test osigurava da vlaknasta veza pokazuje manji gubitak od maksimalno dopuštenog proračuna gubitaka za trenutnu primjenu. Ovaj *CertiFiber* je jedan ručni ispitivač koji brzo i lako certificira multimode mreže. Jedno dugme mjeri duljinu vlakana i optički gubitak na dva vlakna na dvije valne duljine, izračunava proračun optičkih gubitaka, uspoređuje rezultate s odabranim industrijskim standardom i pruža trenutnu indicaciju *PASS* ili *FAIL*. Testiranjem prvog reda, nevidljive događaje je teško pronaći.

Tier2 je prošireni nivo 1 s primjenom dodatnog alata OTDR koji se koristi za praćenje svake veze vlakana. OTDR trag je grafički potpis prigušenja vlakna uz njegovu duljinu. Možete dobiti uvid u rad komponenata veze kao što su optički kabel, konektori,

spojnice i kvalitetu instalacije ispitivanjem neravnomjernosti u tragu. Ovaj test vlakana potvrđuje da izrada i kvaliteta instalacije zadovoljavaju dizajnerske i jamstvene specifikacije za trenutne i buduće primjene. Očigledna prednost korištenja OTDR je ta što pomaže u otkrivanju nevidljivih događaja koji se mogu dogoditi pri provođenju testiranja samo gubitka / dužine (red 1), što se smatra potpunom potvrdom vlakana.

### **3.2 Održavanje performansi svjetlovodne infrastrukture**

Osim potvrde o optičkim vlaknima, OTDR se koristi i za popravak problematičnih vlakana. Budući da OTDR omogućava otkrivanje bilo kakvih pogrešaka na instalaciji kabela i nudi naprednu dijagnostiku da se izolira točka kvara koja može ometati rad mreže. OTDR ispitivač karakterizira značajke poput ujednačenosti prigušenja i brzine prigušenja, duljine segmenta, lokacije, gubitka umetanja konektora i spojeva te drugih događaja poput oštrog zavoja koji su mogli nastati tijekom instalacije kabela. Pravi OTDR mora imati određene funkcije, kao što su potvrda o duljini gubitka, prikaz kanala, mogućnosti mjerača snage, jednostavno sučelje i pametno-udaljene opcije.

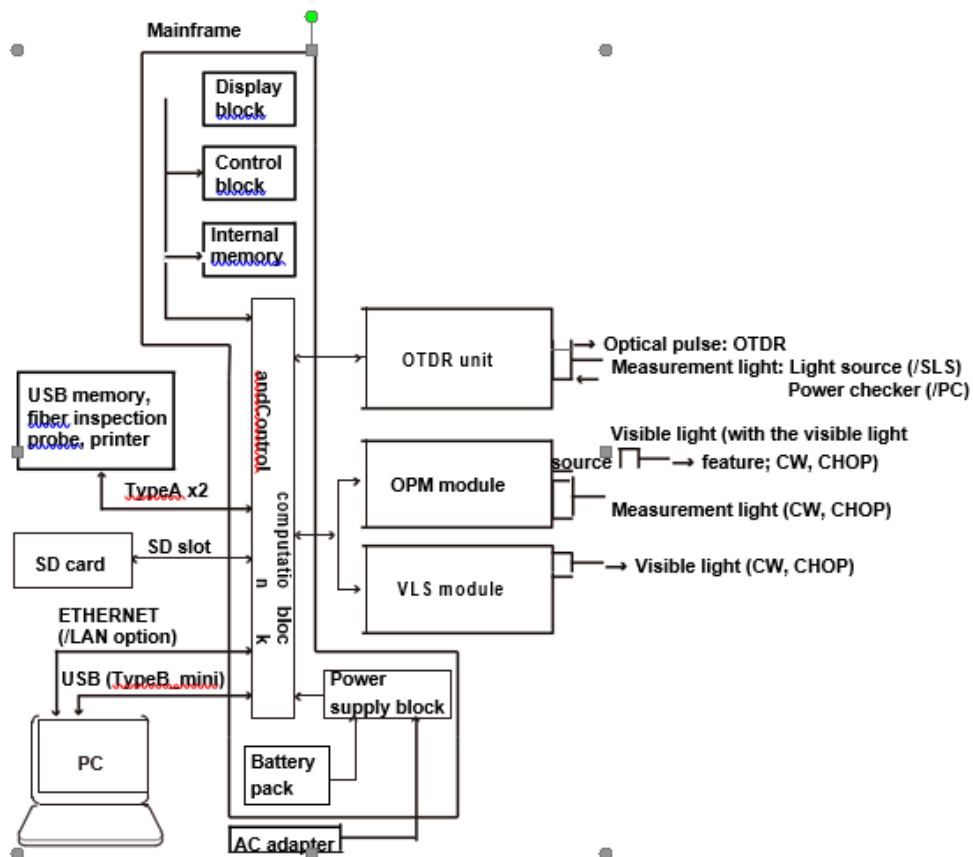
### **3.3 OTDR kao zaštita**

Ova metoda zaštite prvenstveno se koristi kod vrlo osjetljivih i povjerljivih prijenosnih putova, prvenstveno vlade i vojske. Osnovni princip je svakodnevno mjerenje značajki svjetlovodnih niti i kabela te međusobna usporedba dobivenih rezultata kako bi se uvidjelo da li je došlo do znatnije promjene, te na taj način otkrila moguća prisutnost TAP uređaja. Sama metoda jamči veliku sigurnost od neovlaštenog pristupa informacijama, ali također iziskuje stručno, osposobljeno i kvalitetno opremljeno osoblje koje mora u svakom trenutku biti sposobno pravovremeno i odgovarajuće reagirati kako bi se spriječila krađa povjerljivih informacija.

## 4. OPTIČKI REFLEKTOMETAR ZA SINGLEMODE VLAKNA AQ7280

### 4.1 Konfiguracija sistema

AQ7280 sastoji se od glavnog računala i OTDR jedinice te se za potrebe korištenja može dodati OPM modul kao glavni okvir za mjerenje gubitaka u kabelima optičkih vlakana i prikaz snage komunikacijskog svjetla. Za vizualnu provjeru mjesta kvara može se instalirati VLS modul.



Slika 8 blok shema AQ7280

### 4.1.1 Glavna jedinica

Glavna jedinica AQ7280OTDR u kombinaciji s OTDR jedinicom može testirati prekide i gubitke veze. Instaliranjem dodatnog modula glavna jedinica može se koristiti kao optički mjerac snage ili vidljivi izvor svjetlosti. Glavni procesi i blokovi na glavnom računalu su sljedeći:

- Tipke i dodirne ploče
- Postavljanje uvjeta mjerenja
- 8,4 inčni veliki LCD
- Baterijski pogon
- Sustav koji omogućuje upravljanje i jedinicama i modulima
- Daljinsko upravljanje putem vanjskih sučelja (USB, Ethernet (/ opcija LAN))

Glavni računalo radi na ispravljaču izmjenične struje ili na unutarnjoj bateriji. AC adapter potreban je za punjenje interne baterije.



Slika 9 AQ7280OTDR mainframe

#### 4.1.2 OTDR jedinica

Potrebno je instalirati OTDR jedinicu u glavno računalo da bi se AQ7280 koristio kao OTDR. Dostupno je nekoliko vrsta OTDR jedinica za različite valne duljine i dinamički raspon. Na temelju korisničkog unosa kroz glavni okvir, emitira se svjetlost (laserska dioda), a generirani optički impuls emitira se iz OTDR priključka u optički kabel koji se mjeri. Ponovno raspršeno i reflektirano svjetlo koje se javlja u mjernom kabelu optičkih vlakana vraća se u OTDR priključak. Vraćeno mjerno svjetlo prima detektor svjetlosti (*Avalanche fotodiode*), čita ga kao digitalni signal od strane A/D pretvarača, nameće se prosjeku i drugoj obradi valnog oblika, i izlazi na glavni okvir gdje je prikazan OTDR valni oblik.

Uz opciju izvora svjetlosti (/ SLS), na temelju korisničkog unosa kroz glavni okvir, emitira se svjetlost (laserska dioda), a emitira se CW ili CHOP mjerna svjetlost.

Uz opciju provjere optičke snage (/ PC), svjetlo komunikacije (vlakno u upotrebi) prisutno u mjernom kabelu optičkih vlakana otkriva se na OTDR priključku i mjeri se njegova snaga.



Slika 10 OTDR



### 4.1.3 OPM modul

OPM modul se instalira u glavni okvir da bi se AQ7280 koristio kao mjerac optičke snage (OPM). Mjernu svjetlost koja je primijenjena na optički priključak prima detektor svjetlosti (fotodioda), A/D pretvarač čita kao digitalni signal i izvodi kao izmjerene vrijednosti na glavni okvir gdje su prikazani.

Moduli s funkcijom izvora vidljive svjetlosti (AQ2780V, AQ2781V) mogu emitirati vidljivu svjetlost poput VLS modula. Valna duljina vidljivog izvora svjetlosti je 650 nm.



Slika 11 OPM modul

### 4.1.4 VLS modul

VLS (vidljivi izvor svjetlosti) modul dizajniran je za ispitivanje prekida i gubitaka veza u mrežama optičkih vlakana. Može se koristiti kao vidljivi izvor svjetlosti instalirajući

ga kao opciju na glavnom računalu AQ7280 OTDR. Valna duljina vidljivog izvora svjetlosti je 650 nm.

#### **4.1.5 Značajke svjetlosnog izvora**

Stabilizirani izvor svjetlosti (/ SLS) koristi se kao izvor svjetlosti za mjerenje optičkih gubitaka ili kao izvor svjetlosti za identifikaciju optičkih vlakana. Mjerno svjetlo (CW, CHOP) emitira se iz OTDR priključka OTDR jedinice (osim AQ7282M). Valna duljina mjerne svjetlosti jednaka je valnoj duljini optičkog impulsa odgovarajuće OTDR jedinice.

Vidljivi izvor svjetlosti (VLS modul, OPM modul s VLS funkcijom) koristi se za pregled mjesta kvara ili provjeru jezgri višezilnih kabela optičkih vlakana. Vidljivo svjetlo od 650 nm (CW, CHOP (2 Hz)) emitira se iz optičkog izlaznog priključka VLS modula ili onog OPM modula s vidljivim izvorom svjetlosti.

#### **4.1.6 Optički mjerač snage**

Koristi se kao mjerač optičke snage za mjerenje optičkih gubitaka ili za mjerenje snage komunikacijskog svjetla. Mjeri snagu svjetlosti koja ulazi u optički ulaz OPM modula. Zapisivanjem i grafičkim prikazom fluktuacije vrijednosti optičke snage može se vidjeti fluktuacija optičke snage i gubitci.

OTDR jedinica sadrži značajku provjere optičke snage (/PC) koja omogućuje provjeru prisutnosti komunikacijskog svjetla (vlakana u upotrebi) unutar mjernog kabela optičkih vlakana i prikaz njegove vrijednosti snage.

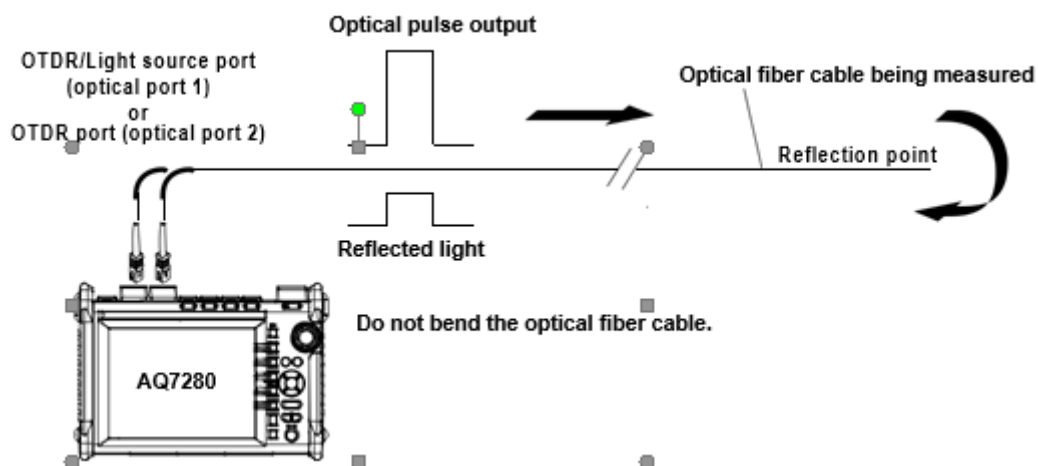
#### **4.1.7 USB**

USB (tip A) koriste se USB mediji za pohranu koji odgovaraju USB1.0 / 1.1 / 2.0. Mogu se povezati maksimalno dva medija. U njih se spremaju podatci valnog oblika i uvjete mjerenja. Sonda za pregled vlakana može se koristiti za gledanje mrlja na krajnjoj površini kabela optičkih vlakana na zaslonu AQ7280. Da bi se koristila ova opcija potrebno je pokrenuti sondu za pregled vlakana s gornjeg izbornika. Sonda za pregled vlakana nije uključena u AQ7280.

Povezivanje s računalom (tip B mini) računalo se može povezati sa AQ7280 i upravljati njime pomoću komunikacijskih naredbi.

## 4.2 Optičko mjerenje pulsa

AQ7280 primjenjuje upadni optički impuls na priključeni kabel optičkih vlakana i mjeri razinu snage reflektirane svjetlosti iz različitih odjeljaka kabela optičkih vlakana, poput njegovih veza, savijenih dijelova i otvorenog kraja vlakna. AQ7280 koristi izmjerenu razinu snage za određivanje udaljenosti do različitih točaka (spojnica, prekida), kabela optičkih vlakana te gubitaka i drugih pojava koje se javljaju na tim točkama.



Slika 12 mjerenje optičkog impulsa

### 4.2.1 Modovi rada

Jednostavni način rada - U mjerenju optičkog impulsa postoje uvjeti mjerenja koji se odnose na razlučivost mjerenja - takav raspon udaljenosti i širine impulsa te uvjeti analize povezani s optičkim kablom kao što je indeksa loma i povratnog raspršenja. Ti se uvjeti moraju postaviti prema stavci koja se mjeri ili analizira. AQ7280 može izvršiti optičko mjerenje impulsa neposredno prije stvarnog mjerenja, prethodno izračunati udaljenost, gubitke spajanja te odrediti prikladni raspon iz tih vrijednosti i izvršiti stvarno mjerenje.

Detail Mode - Ako su udaljenost do mjernog cilja ili karakteristike kabela optičkih vlakana poznate ili ako je potrebno detaljno izmjeriti ili analizirati određeni događaj, vrijednosti se postavljaju pojedinačno. Ako su uvjeti mjerenja - poput raspona udaljenosti i širine impulsa - na Automatski, AQ7280 će odrediti prikladni raspon i izvršiti mjerenje.

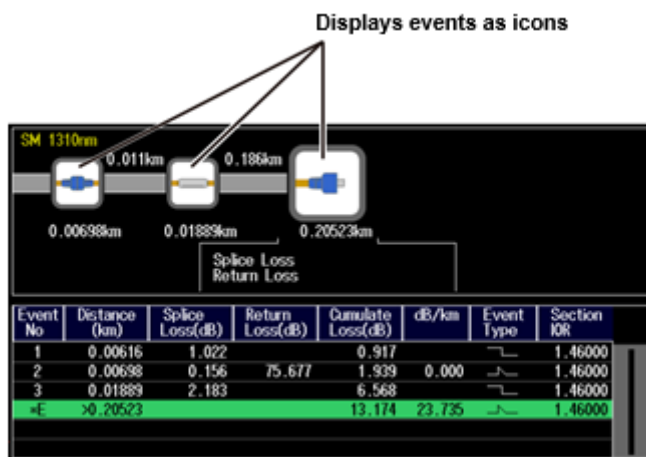
PON način rada - Ako su kabeli optičkih vlakana koji se mjere povezani na sustav PON (pasivna optička mreža), instaliraju se optički razdjelnici koji dijele optičke kabele u sustav PON. Uvjeti mjerenja i analize varirat će ovisno o uvjetima ugradnje optičkih razdjelnika. U načinu PON, AQ7280 određuje prikladne uvjete mjerenja i analize na temelju broja stupnjeva optičkog razdjelnika, podataka o ruti i raspona udaljenosti za postavljanje optimalnih vrijednosti. Te se vrijednosti mogu mijenjati ako je potrebno.

#### 4.2.2 Prosječno mjerenje

Prosječno mjerenje učinkovito je kada želite otkriti refleksije, gubitak spajanja i druge slabe događaje koji se generiraju iz veza ili mjesta spajanja, ali su zatrpani bukom. AQ7280 izvodi izmjerene podatke prosjekom određenog broja mjerenja optičkih impulsa ili prosjekom mjerenja optičkih impulsa tijekom određenog trajanja. Tijekom prosječnog mjerenja ne možete mijenjati uvjete mjerenja. Prosječno mjerenje možete zaustaviti prije nego što završi.

##### 4.2.2.1 Prikaz rezultata nakon prosječnog mjerenja

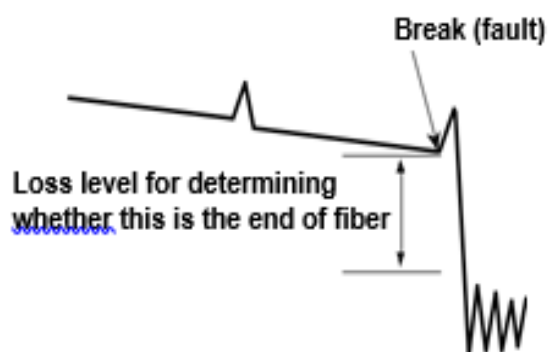
(/ SMP) AQ7280 može izvesti prosječno mjerenje, a zatim automatski prikazati izmjerene događaje kao ikone na zaslonu. Detaljni rezultati analize događaja prikazuju se zajedno s prikazanim ikonama. Osim toga, ako je navedena prosudba / neuspjeh, ikone se prikazuju u različitim bojama, ovisno o rezultatima.



Slika 13 rezultat prosječnog mjerenja

#### 4.2.2.2 Prikaz udaljenosti do prijeloma nakon prosječnog mjerenja

AQ7280 može izvršiti prosječno mjerenje, a zatim automatski tražiti prekide (smetnje) u kabelu optičkog vlakna ili optičkoj liniji i prikazivati udaljenosti do prekida na zaslonu. Ako nema smetnji u sredini kabela optičkih vlakana, kraj kabela prepoznaje se kao kvar. Možete odrediti valnu duljinu pretraživanja ili razinu gubitka koja se koristi za određivanje kraja kabela optičkih vlakana. Također se povećava ljestvica prikaza izmjerene valnog oblika i pomiče položaj prikaza.



Slika 14 izmjerena distanca do prijeloma

#### 4.2.3 Mjerenja u stvarnom vremenu

Mjerenje u stvarnom vremenu značajka je koja mjeri optičke impulse tijekom ažuriranja i prikazivanja izmjerenih vrijednosti. Prilikom instalacije kabela optičkih vlakana, može se gledati u stvarnom vremenu, poput gubitka spajanja i gubitka povrata. Također se može vidjeti promjena u valnom obliku dok mijenjate uvjete mjerenja: poput valne duljine, raspona udaljenosti i širine impulsa.

Uvjeti mjerenja koji se mogu promijeniti razlikuju se ovisno o načinu mjerenja.

#### **4.2.4 Optičko mjerenje impulsa višezilnih optičkih vlakana**

Za mjerenje višezilnih vlakana potrebno je vrijeme i trud. Ova značajka omogućuje učinkovito mjerenje više jezgrenih kabela optičkih vlakana.

Projekti – Podatci potrebni za mjerenje višezilnih kabela s optičkim vlaknima kao što su uvjeti mjerenja, uvjeti analize i osnovne informacije upravljaju se kao projekti.

Stvaranjem projekta prije mjerenja, mogu se mjeriti jezgre pod istim uvjetima. Projekti se mogu spremati u datoteke. Može se učitati prethodno spremljeni projekt i izvršiti mjerenje pod istim uvjetima.

Popis - Navedene su jezgre. Može se lako razlikovati jezgre koje su izmjerene, jezgre koje nisu izmjerene i jezgre koje se ne mjere. Ovaj popis sprječava da se zaborave mjerenja i naprave nepotrebna mjerenja.

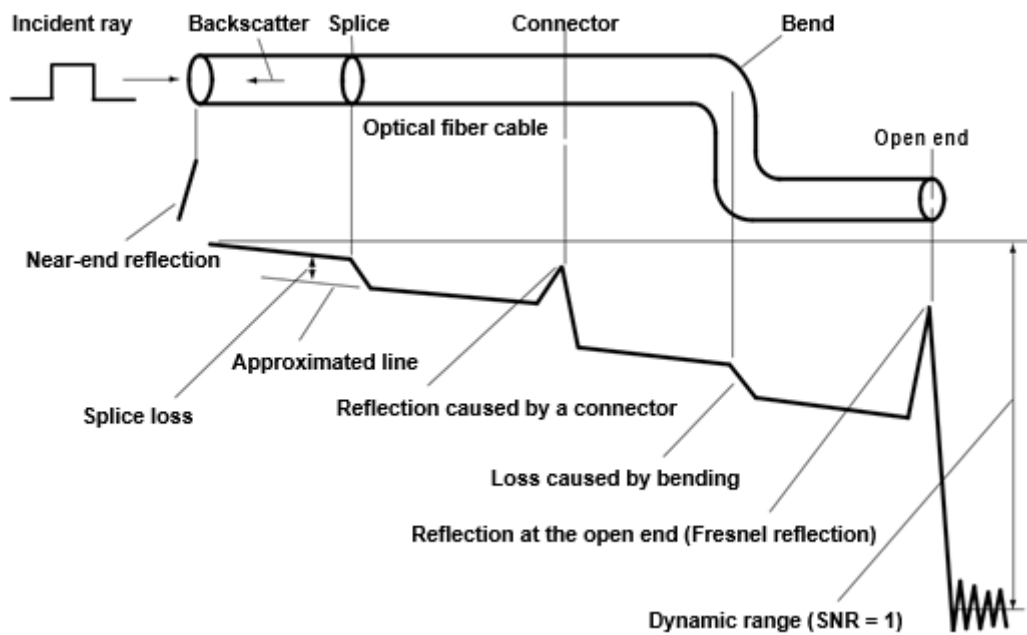
Spremanje izmjerenih rezultata - Rezultati mjerenja svake jezgre automatski se spremaju u mapu koja se automatski kreira u mapi u kojoj je spremljena datoteka projekta. Mapa će imati isto ime kao i datoteka projekta.

#### **4.2.5 Nadzor optičkih kabela (/MNT)**

Ova značajka vrši mjerenje optičkog impulsa u redovitim intervalima, tako da se može nadzirati greške u kabele optičkih vlakana. Rezultati izmjereni u redovitim intervalima spremaju se u memoriju u CSV ili SOR formatu (podaci valnog oblika). Podaci i mape spremljeni u memoriji automatski se dodjeljuju imenima s vremenskim oznakama. Tijekom praćenja (dok je mjerenje po rasporedu u tijeku), stavke mjerenja, poput gubitka između dvije točke, zabilježenih optičkih impulsa prikazuju se na zaslonu AQ7280. Budući da se promjene na mjernim stavkama, poput gubitka između dviju točaka, mogu vidjeti na vremenskoj osi, ako dođe do prekida na ulazu optičkog impulsa, može se odrediti kada je optička snaga pala na zaslon AQ7280. Nakon određivanja vremena, u datoteci se pregledaju izmjereni rezultati s pripadajućom vremenskom oznakom. Mogu se pratiti do maksimalno četiri stavke mjerenja.

### 4.3 Optički impulsni valni zaslon

Optički impuls primijenjen na kabel optičkog vlakna reflektira se na različitim točkama optičkog vlakna, poput njegovih spojeva, savijenih dijelova i otvorenog kraja vlakna. Ovi odjeljci generiraju gubitak. Izmjereni rezultat prikazan je kao valni oblik koji ima udaljenost predstavljenu u vodoravnom smjeru i razinu gubitaka predstavljenu u okomitom smjeru. Na valnom su obliku otkriveni gubici ili refleksije poznati kao događaji.



Slika 15 Valni zaslon

#### 4.3.1 Refleksija na kraju

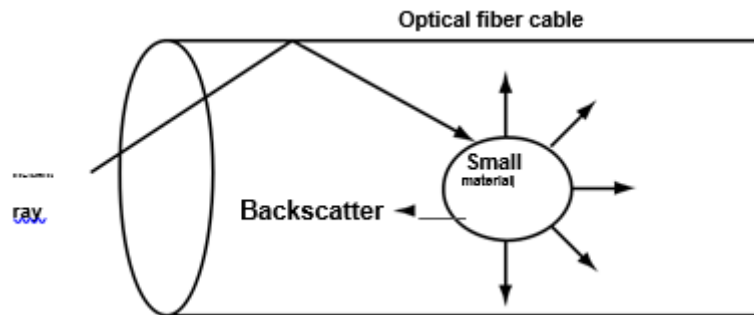
To je odraz koji se javlja na mjestu gdje su spojeni AQ7280 i kabel optičkih vlakana. To također uključuje unutarnji odraz AQ7280. U odjeljku u kojem je otkriven ovaj bliski odraz, čak i ako postoje druge veze, gubici i odsjaji koji se javljaju na tim točkama ne mogu se otkriti. Ovaj je dio mrtva zona.

Kada se mjeri kratka udaljenost, spoji se kabel za lansiranje kako biste smanjili učinak refleksije na kraju.



### 4.3.2 Povratno rasipanje

Kad svjetlost putuje kroz kabel optičkih vlakana, Rayleighovo raspršenje uzrokovano promjenama u gustoći materijala koji su manji od valne duljine svjetlosti i nedosljednosti u sastavu vlakna generira gubitak u samom optičkom vlaknu. Dio raspršene svjetlosti koji putuje u smjeru suprotnom od smjera širenja poznat je kao povratno raspršenje.



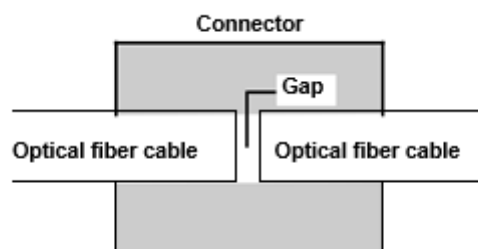
Slika 16 povratno rasipanje

### 4.3.3 Gubitak spoja

Budući da spojeni dijelovi kabela s optičkim vlaknima imaju velik broj promjena u gustoći materijala i nedosljednosti u sastavu kabela, gubici uslijed Rayleighovog raspršenja postaju veliki, a u tim presjecima dolazi do gubitka spojeva.

### 4.3.4 Odraz na mjestu spajanja konektora

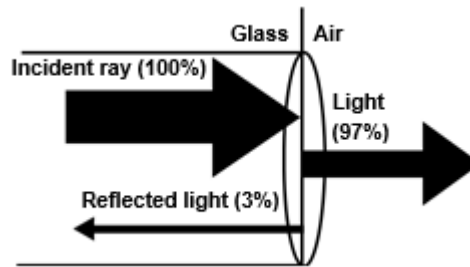
Korištenje konektora za povezivanje dva optička vlakna razlikuje se od njihovog spajanja, jer ostaje mali razmak između dva vlakna. Budući da ovaj razmak ima drugačiji indeks loma, dolazi do refleksije.



Slika 17 gubitak na konektoru

### 4.3.5 Fresnelov odraz na otvorenom kraju vlakna

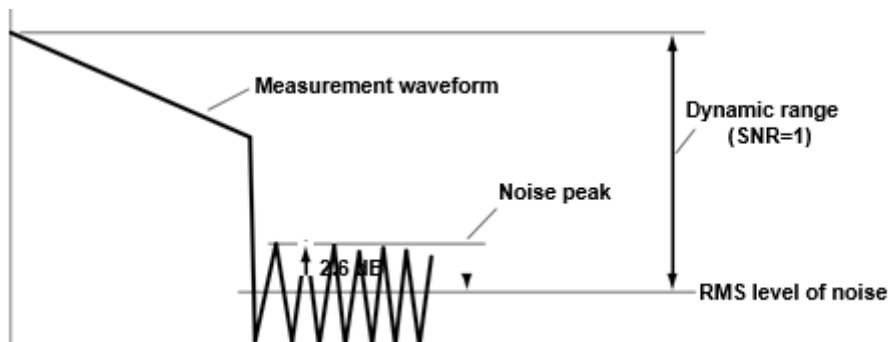
Ovo je odraz koji se javlja na mjestima na kojima se indeks loma mijenja (staklo u zrak), primjerice tamo gdje su pukotine u kabelu optičkih vlakana ili na njegovom kraju. Kad je krajnja površina optičkog vlakna okomita, odražava se približno 3% upadne optičke snage (-14,7 dB).



Slika 18 Fresnelov odraz

### 4.3.6 Dinamički raspon

Dinamički raspon odnosi se na raspon optičkih razina snage koji se mogu mjeriti. Što je dinamički raspon veći, veća je udaljenost na kojoj se mogu mjeriti optički impulsi.



Slika 19 dinamički raspon

### 4.3.7 Zumiranje skale prikaza vala i pomicanje prikaza valnog oblika

Prikazani valni oblik može se zumirati u smjeru razine optičke snage (okomito) ili u smjeru udaljenosti (vodoravno). Pravokutni okvir koji prikazuje položaj zumiranja prikazan je na zaslonu za pregled koji se pojavljuje u donjem desnom dijelu zaslona.

## 4.4 Analiza optičkog pulsa

### 4.4.1 Mjerenje distance

AQ 7280 mjeri vrijeme potrebno da se upadni optički impuls odbije i vrati na uređaj. Koristeći podatke i sljedeću jednadžbu za izračunavanje udaljenosti :

$$L = C \times T / (2N) \text{ [m]}$$

C: Brzina svjetlosti u vakuumu  $2,99792 \times 10^8$  [m / s]

T: Vrijeme izmjereno od nastanka upadnog optičkog impulsa do primanja reflektirane svjetlosti [s]

N: Indeks loma

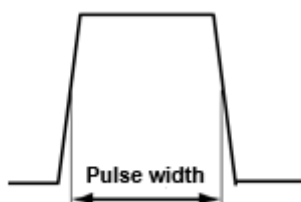
U gornjoj jednadžbi dijeljenje s dva puta indeks loma objašnjava činjenicu da izmjereno vrijeme predstavlja ukupno vrijeme potrebno optičkom impulsu da dosegne točku refleksije i da se vrati.

Ako točan indeks loma nije naveden, doći će do pogrešaka u mjerenju udaljenosti. AQ7280 ima unaprijed zadane indekse loma koji odgovaraju svakoj valnoj duljini.

Raspon udaljenosti mora biti odabran onaj koji je duži od duljine kabela optičkog kabela koji se mjeri. Kako udaljenost postaje veća, vrijeme mjerenja također se povećava.

Širina impulsa koju možete odabrati ovisi o rasponu udaljenosti koji ste odredili.

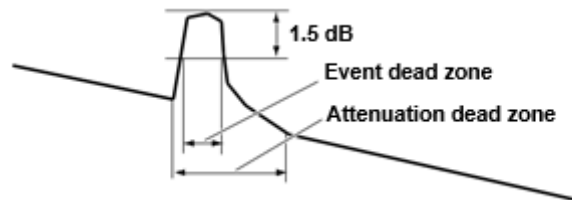
Mogu se razdvojiti i izmjeriti susjedne događaje (točke odraza i gubitke). Međutim, ne mogu se mjeriti velike udaljenosti.



Slika 20 širina pulsa

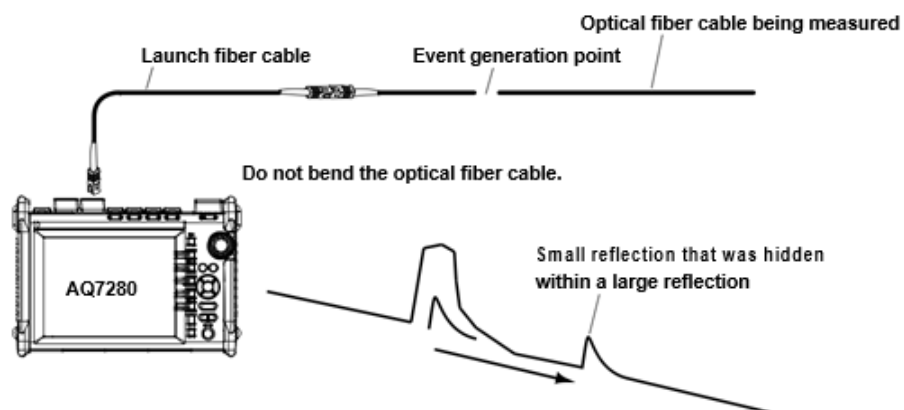
Mrtva zona je područje u kojem utjecaj velikog događaja, poput točke spajanja konektora onemogućava prepoznavanje drugih događaja koji postoje na tom području. Postoje sljedeće vrste mrtvih zona:

- Mrtva zona događaja je područje na kojem se susjedni odrazi ne mogu odvojiti. Ovo je područje predstavljeno širinom impulsa između dviju točaka na valnom obliku na razini koja je 1,5 dB ispod vršne vrijednosti.
- Mrtva zona umanjenja je područje na kojem se, zbog velikog odbijanja, ne mogu mjeriti gubici u okolnom spajanju.
- 



Slika 21 mrtva zona

Prevenција mrtve zone blizu kraja u odjeljcima u kojima se otkriva bliska refleksija, gubici i refleksije koji se javljaju na vezama ne mogu se otkriti. Ako mjerite kratku udaljenost, spojite kabel vlakna da biste pomaknuli događaje koji su skriveni u bliskom odsjaju udaljenosti kabela.

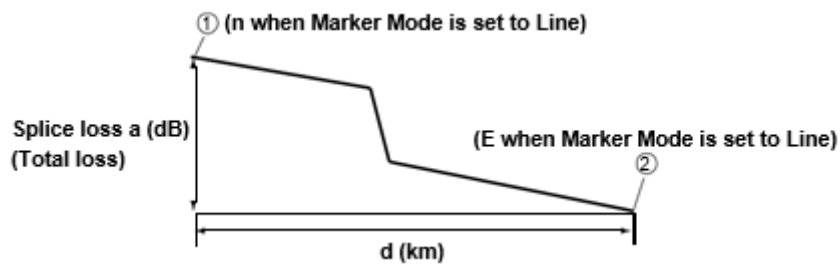


Slika 22 Prevenција mrtve zone

## 4.4.2 Gubitak spoja

### 4.4.2.1 2 - point metoda

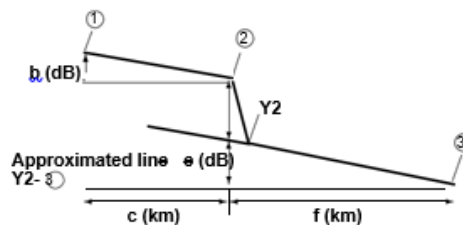
AQ7280 mjeri udaljenost i gubitak između dvije točke. Ako se detektira odraz između dviju točaka, također se mjeri povratni gubitak. Vrijednost gubitka spajanja mijenja se ovisno o metodi aproksimacije koja sr navodi. To se koristi kada je način označavanja postavljen na oznaku ili liniju.



Slika 23 2 - point

### 4.4.2.2 4 - point metoda

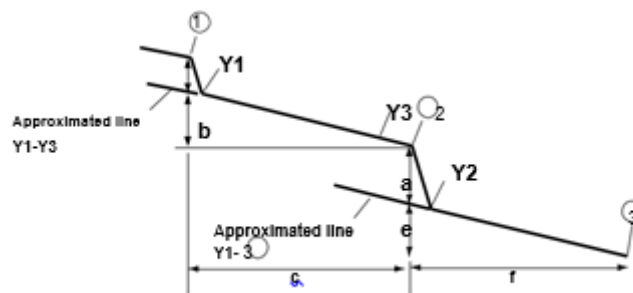
AQ7280 koristi četiri točke za izvođenje mjerenja: početna točka mjerenja 1, početna točka gubitka spajanja 2, završna točka gubitka spajanja Y2 i završna točka mjerenja 3. Na položaju 2, razlika u razini između približne crte 2 - 1 i približne crte Y2-3 izračunava se kao gubitak spajanja. Gubitak spajanja uvelike se mijenja ovisno o položaju 2. Pravilan položaj se postavlja za 2. Vrijednost gubitka spajanja mijenja se ovisno o metodi aproksimacije koja se navodi. To se može koristiti samo kada je način označavanja postavljen na označivač.



Slika 24 4 - point

#### 4.4.2.3 6 - point metoda

AQ7280 mjeri metodom od 6 točaka kada postoje dva susjedna događaja gubitaka spajanja. AQ7280 koristi šest točaka za provođenje mjerenja: prva početna točka gubitka spajanja 1, početna točka Y1 koja se koristi za izračunavanje približne crte, završna točka Y3 koja se koristi za izračunavanje približne crte, druga početna točka gubitka spajanja 2, druga krajnja točka gubitka spajanja Y2 i krajnja točka mjerenja 3. Na položaju markera 2, razina razine između aproksimirane crte Y1 – Y3 i aproksimirane crte Y2–3 izračunava se kao gubitak spajanja.



Slika 25 6 - point

#### 4.4.2.4 Povratni gubitak

Povratni gubitak RL odnos je u dB odbijene optičke snage Pr prema upadnoj optičkoj snazi Pi. Izračunava se pomoću sljedeće jednadžbe. Što je veći povratni gubitak, manja je reflektirana optička snaga. To implicira da su performanse izmjerene optičke linije dobre.

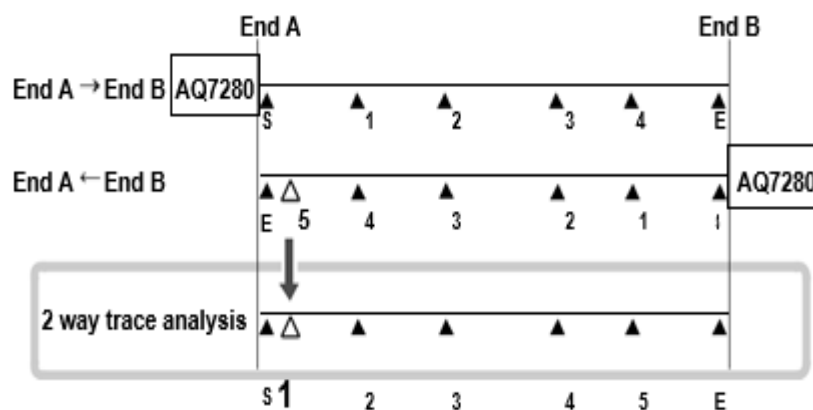
$$RL = -10\log(P_r/P_i) \text{ [dB]}$$

#### 4.4.2.5 Analiza više tragova

Mogu se učitati do četiri valna oblika koja su izmjerena na AQ7280 i istovremeno ih prikazati za usporedbu. Može se podesiti položaj okomitog prikaza svakog učitano valnog oblika.

#### 4.4.2.6 Analiza dvosmjernog traga

Događaji valnog oblika koji su izmjereni od kraja kabela optičkih vlakana A do kraja B i oni izmjereni od kraja B do kraja A mogu se kombinirati. Ova kombinacija omogućuje prikaz događaja koji se inače ne bi mogli izmjeriti zbog mrtvih zona. Na donjoj slici, događaj koji se nalazi u bliskoj mrtvoj zoni (točka S) kada se mjeri od kraja A detektira se kao događaj broj 5 kada se mjeri od kraja B. U dvosmjernom prikazu analize traga prikazuje se kao događaj broj 1.



Slika 26 analiza dvosmjernog traga

događaj drugog valnog oblika koji postoji unutar 6% položaja događaja trenutnog traga smatrat će se dijelom trenutnog događaja traga. Ako je više događaja drugog valnog oblika koji postoji unutar 6% položaja događaja trenutnog traga, najbliži događaj smatrat će se dijelom trenutnog događaja traga. Valni oblici koji ispunjavaju sljedeće uvjete mogu se kombinirati.

- Obje imaju istu valnu duljinu.
- Obje imaju istu širinu impulsa.
- Njihov pomak krajnjeg položaja je unutar 6%.
- Obje imaju popis događaja.

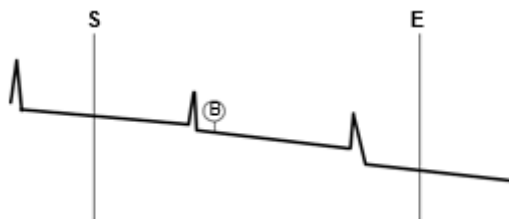
#### 4.4.2.7 Diferencijalni trag

Mogu se učitati dva valna oblika koja su izmjerena na AQ7280 i prikazati njihovu razliku kao valni oblik. Zaslون može istovremeno prikazati učitanе valne oblike i diferencijalni trag. Diferencijalni trag rezultat je oduzimanja vrijednosti trenutnog traga od vrijednosti drugog traga. Pomoću markera mogu se pročitati sljedeće vrijednosti diferencijalnog traga.

- Gubitak između markera (dB)
- Udaljenost između markera (km)
- Gubitak po jedinici udaljenosti između markera (dB / km)
- Udaljenost do svakog markera

#### 4.4.2.8 Analiza sekcije

Mogu se postaviti dva markera na početnu točku S i završnu točku E, za mjerenje povratnog i ukupnog gubitka u odjeljku koji se navodi. Postavljanjem referentne točke B, može se izračunati povratni gubitak pomoću razine povratnog raspršenja koja se navede.

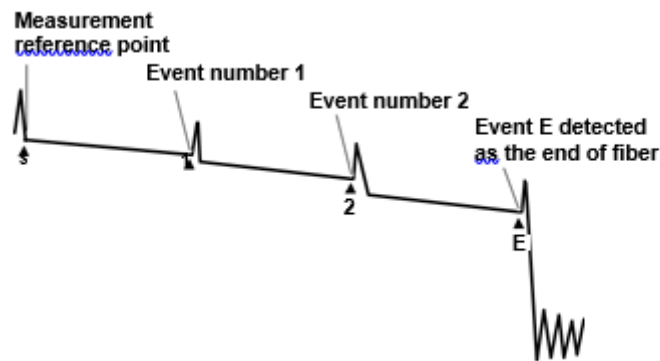


Slika 27 analiza sekcije

#### 4.4.2.9 Uređivanje događaja

Na ekranu događaja mogu se umetnuti i izbrisati događaje. Kada se uredе oznake događaja, gubitak spajanja i povratni gubitak mogu se ponovno izračunati.





Slika 28 uređivanje događaja

#### 4.4.2.10 Uređivanje popisa događaja

Indeks loma se može postaviti za svako razdoblje događaja na popisu događaja. Postavljanje indeksa loma u skladu s povezanim kabelom optičkih vlakana omogućuje precizna mjerenja udaljenosti. Ti indeksi utječu samo na analizu događaja. Ne utječu na prikaz valnog oblika.

Također može se promijeniti udaljenost događaja. Međutim, događaji prikazani na zaslonu neće se promijeniti.

## 4.5 Izvori svjetlosti

### 4.5.1 Izvori svjetlosti i optički mjerač snage

Značajka mjerenja gubitka svjetlosti može se primijeniti na / SLS opciju OTDR jedinice. Mogu se generirati sljedeće valne duljine svjetlosnih mjerenja.

Model	Measurement Light Wavelength
AQ7282A	1310 nm, 1550 nm
AQ7283A	1310 nm, 1550 nm
AQ7284A	1310 nm, 1550 nm
AQ7285A	1310 nm, 1550 nm
AQ7283F	1310 nm, 1550 nm, 1650 nm
AQ7283H	1310 nm, 1550 nm, 1625 nm
AQ7284H	1310 nm, 1550 nm, 1625 nm
AQ7283K	1310 nm, 1490 nm, 1550 nm, 1625 nm

Tablica 1 valna duljina

Može se proizvesti kontinuirano svjetlo ili svjetlost koja je modulirana na odabranoj frekvenciji (modulacijski način)

### 4.5.2 Vidljivi izvor svjetlosti

Značajka izvora vidljive svjetlosti mijenja se na OPM module s vidljivim izvorom svjetlosti i na VLS modulu. Vidljivo svjetlo može se koristiti za:

- Utvrđivanje vizualnog prijeloma ispitivanog kabela optičkih vlakana
- Provjeravanje jezgre višezilnih kabela s optičkim vlaknima.

Model	Measurement Light Wavelength
AQ2780V	650 nm
AQ2781V	650 nm
AQ4780	650 nm

Tablica 2 valna duljina

### 4.5.3 Optički mjerač snage

Značajka optičkog mjerila snage može se primijeniti na OPM module. OPM moduli koriste se kao mjerači optičke snage za mjerenje gubitka i snage komunikacijskog svjetla. Mogu se izmjeriti sljedeća mjerna svjetla:

Model	Measurement Wavelength
AQ2780	800 nm to 1700 nm (in 1 nm steps)
AQ2780V	800 nm to 1700 nm (in 1 nm steps)
AQ2781	800 nm to 1700 nm (in 1 nm steps)
AQ2781V	800 nm to 1700 nm (in 1 nm steps)

Tablica 3 valna duljina

#### 4.5.3.1 Evidentiranje

evidentiranje se može primijeniti na OPM module. Ova značajka mjeri kratkotrajnu stabilnost optičke snage. Vrijednost optičke snage tijekom bilježenja može se prikazati na grafikonu, a može se izračunati maksimum, minimum i prosjek. Uz to, pomoću pokazivača može se izračunati optička snaga na određenom mjestu ili maksimum, minimum i prosjek unutar određenog područja. Rezultati zapisivanja mogu se spremiti u memoriju u CSV formatu.

### 4.5.4 Provjera napajanja (/PC)

Opciju / PC OTDR jedinica koristi za provjeru napajanja. Mogu se izmjeriti sljedeća mjerna svjetla.

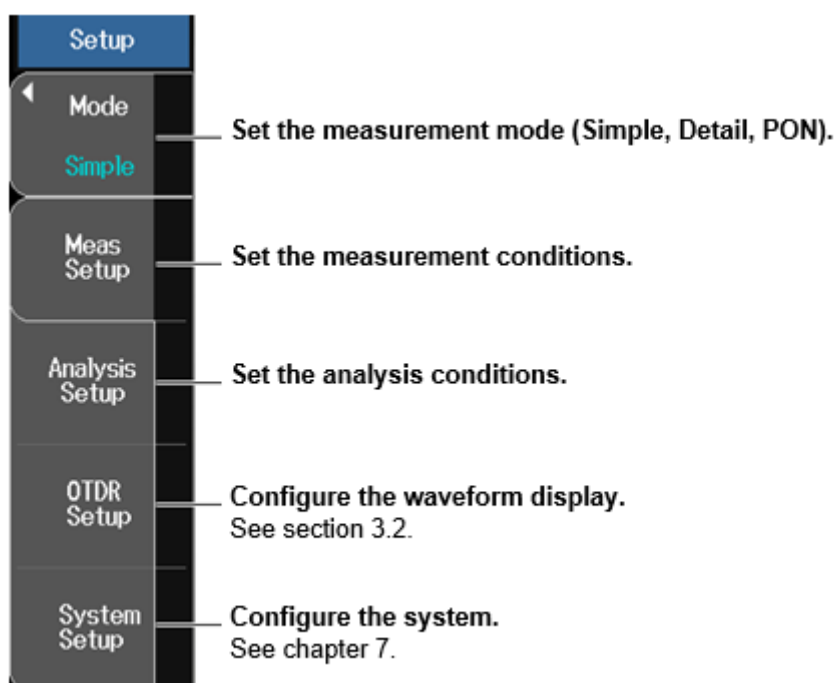
Model	Measurement Wavelength
AQ7282A	1310 nm, 1550 nm
AQ7283A	1310 nm, 1550 nm
AQ7284A	1310 nm, 1550 nm
AQ7285A	1310 nm, 1550 nm
AQ7283F	1310 nm, 1550 nm
AQ7283H	1310 nm, 1550 nm, 1625 nm
AQ7284H	1310 nm, 1550 nm, 1625 nm

Tablica 4 valna duljina

## 4.6 Postavljanje uvjeta mjerenja i analize

### 4.6.1 zbornik za postavljanje

1. Na gornjem izborniku odaberite OTDR.
2. Pritisnite SETUP za prikaz izbornika *Setup*



Slika 29 setup meni

### 4.6.2 Postavljanje načina mjerenja

Jednostavno: U jednostavnom načinu postavlja se samo dio uvjeta mjerenja i analize (valna duljina, metoda aproksimacije itd.), A AQ7280 automatski otkriva i postavlja ostale uvjete mjerenja koji se odnose na razlučivost mjerenja. Takav raspon

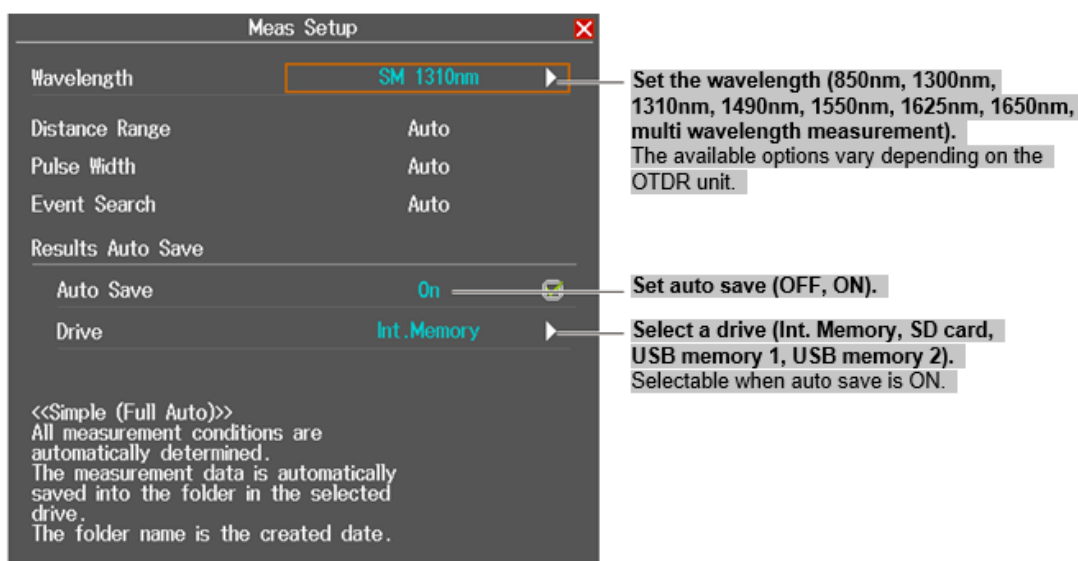
udaljenosti i impuls širina i uvjeti analize koji se odnose na optički kabel poput indeksa loma i povratnog raspršenja.

**Pojedinosti:** U načinu Pojedinosti pojedinačno postavljate uvjete mjerenja i analize. Ako postavite uvjete mjerenja - poput raspona udaljenosti i širine impulsa - na Automatski, AQ7280 će odrediti prikladni raspon i izvršiti mjerenje kao u gore opisanom jednostavnom načinu.

**PON:** U načinu PON, AQ7280 određuje prikladne uvjete mjerenja i analize na temelju broja stupnjeva optičkog razdjelnika, podataka o ruti i raspona udaljenosti za postavljanje optimalnih vrijednosti. Te se vrijednosti mogu mijenjati ako je potrebno.

### 4.6.3 Postavljanje mjernih uvjeta u jednostavnom načinu

Pritiskom na softversku tipku Meas Setup za prikaz zaslona:

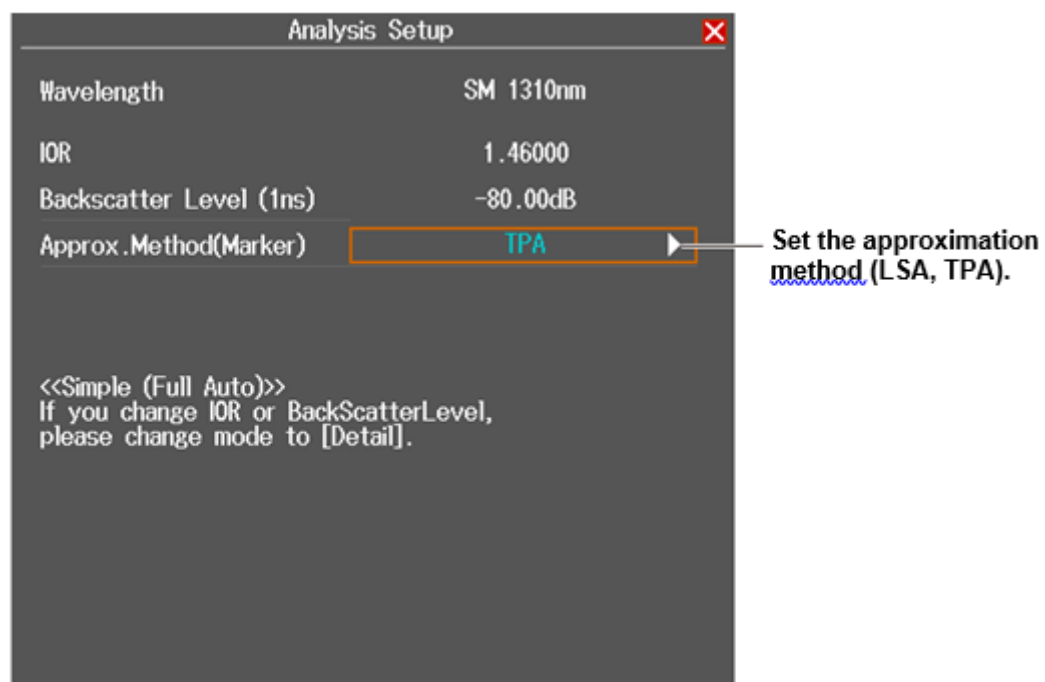


Slika 30 Postavljanje valnih duljina

Valne duljina: 850 nm, 1300 nm, 1310 nm, 1490 nm, 1550 nm, 1625 nm, 1650 nm postavljaju se ovisno o OTDR jedinici.

#### 4.6.4 Postavljanje uvjeta analize u jednostavnom načinu

Pritiskom tipke Analysis Setup za prikaz sljedećeg zaslona



Slika 31 postavke analize

##### 4.6.4.1 Metoda aproksimacije

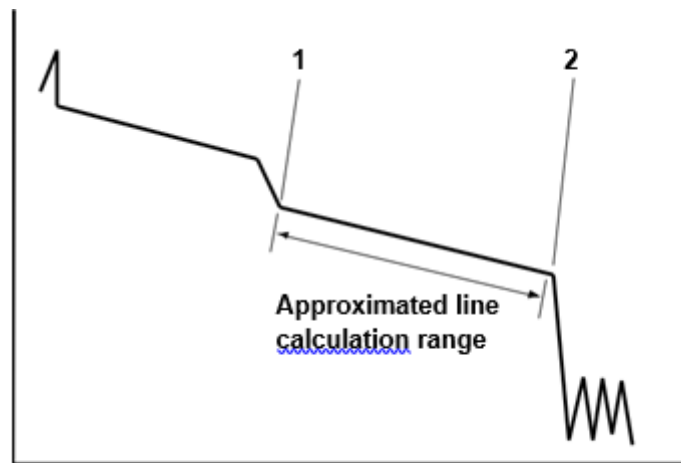
Kada AQ7280 izračuna gubitak spajanja, ekstrapolira ravne crte. Te ravne crte poznate su kao približne crte.

Postoje dvije vrste približnih crta:

- Približavanje najmanjih kvadrata (LSA)

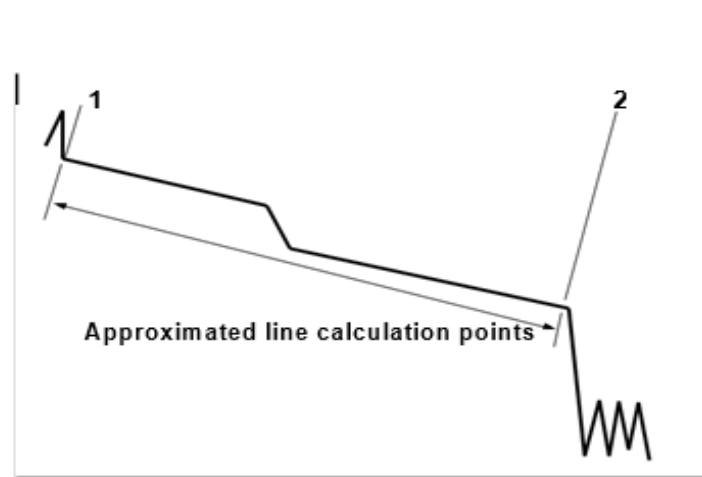
- Dvije točke aproksimacije (TPA)

LSA - AQ7280 izračunava gubitak između dvije točke pomoću metode najmanjih kvadrata na svim podacima između dviju točaka (između 1 i 2). Budući da se koriste svi podaci između dviju točaka, greške u izračunatoj vrijednosti su maleni.



Slika 32 LSA

TPA - AQ7280 koristi razliku između razina dviju navedenih točaka za izračunavanje gubitka. Razina fluktuacije i ponovljivosti izračunate vrijednosti može se uvelike razlikovati. Ako su događaji poput refleksije i gubitaka spajanja prisutni u odjeljku koji se izračunava, TPA daje vrijednost koja ima manji stupanj pogreške od LSA.

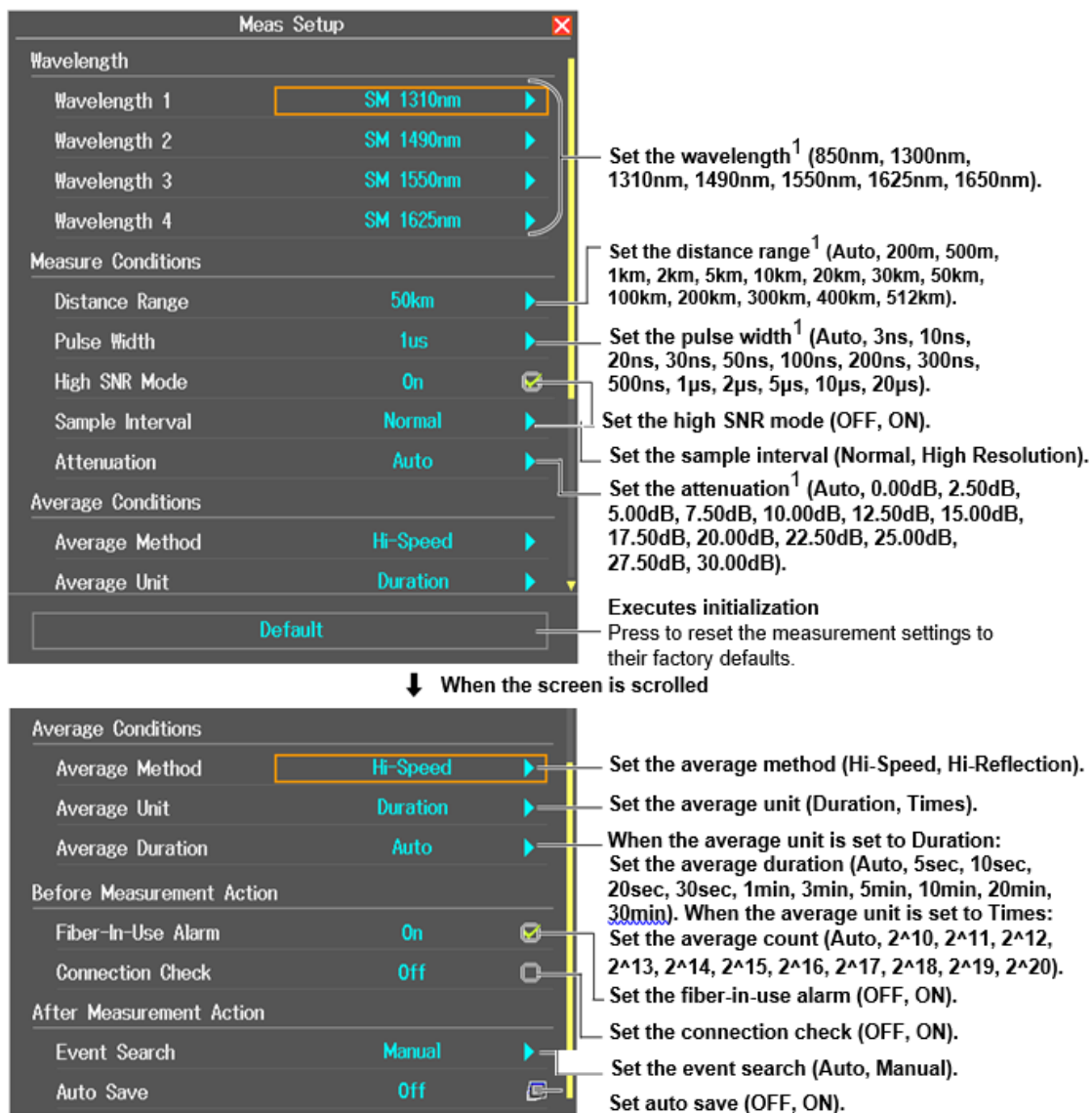


Slika 33 TPA

#### 4.6.5 Postavljanje mjernih uvjeta u detaljnom načinu

Pritiskom na tipku Meas Setup za prikaz sljedećeg zaslona.





Slika 34 mjerni uvjeti

Valna duljina -Valne duljine postavljene u valnoj duljini 1 do valne duljinr 4 mjere se jedna po jedna (mjerenje više valnih duljina). Može se postaviti samo valne duljine istog OTDR porta..

Raspon udaljenosti - Udaljenost se podesi prema duljini kabela optičkih vlakana. Raspon udaljenosti koji se može odabrati ovisi o valnoj duljini. Navede se vrijednost

raspona udaljenosti koja je veća od duljine kabela optičkih vlakana koji se mjer. Ako se navede manja vrijednost, AQ7280 neće moći pravilno izvoditi mjerenja. Što je veća udaljenost koja se odredi, to će više vremena trajati. Kada se odredi raspon udaljenosti, optimalna širina impulsa i vrijednosti slabljenja automatski se postavljaju.

<b>Cable Length</b>	<b>Distance Range</b>	<b>Notes</b>
Unknown	Auto	
0 m to 160 m	200 m	
160 m to 400 m	500 m	
400 m to 800 m	1 km	
800 m to 1.6 km	2 km	
1.6 km to 4 km	5 km	
4 km to 8 km	10 km	
8 km to 16 km	20 km	
16 km to 24 km	30 km	
24 km to 40 km	50 km	
40 km to 80 km	100 km	
80 km to 160 km	200 km	
160 km to 240 km	300 km	
240 km to 320 km	400 km	Cannot be specified for wavelengths 850 nm or 1300 nm
320 km to 400 km	512 km	Cannot be specified for wavelengths 850 nm or 1300 nm

Tablica 5 raspon udaljenosti

Širina impulsa - Širina impulsa ima sljedeće karakteristike. Kratka širina impulsa omogućuje mjerenje u visokoj razlučivosti, ali ne mogu se mjeriti velike udaljenosti. Duga impulsa širina omogućuje mjerenje velike udaljenosti, ali ne mogu se mjeriti sa velikom rezolucijom. Također, mrtve zone su veće s dugim širinama impulsa.

<b>Distance Range</b>	<b>Selectable Pulse Widths</b>
200 m	3 ns, 10 ns, 20 ns, 30 ns, 50 ns, 100 ns, 200 ns, 300 ns, 500 ns
500 m	3 ns, 10 ns, 20 ns, 30 ns, 50 ns, 100 ns, 200 ns, 300 ns, 500 ns
1 km	3 ns, 10 ns, 20 ns, 30 ns, 50 ns, 100 ns, 200 ns, 300 ns, 500 ns, 1 $\mu$ s
2 km	3 ns, 10 ns, 20 ns, 30 ns, 50 ns, 100 ns, 200 ns, 300 ns, 500 ns, 1 $\mu$ s
5 km	3 ns, 10 ns, 20 ns, 30 ns, 50 ns, 100 ns, 200 ns, 300 ns, 500 ns, 1 $\mu$ s
10 km	3 ns, 10 ns, 20 ns, 30 ns, 50 ns, 100 ns, 200 ns, 300 ns, 500 ns, 1 $\mu$ s
20 km, 30 km	10 ns, 20 ns, 30 ns, 50 ns, 100 ns, 200 ns, 300 ns, 500 ns, 1 $\mu$ s, 2 $\mu$ s
50 km, 100 km	20 ns, 30 ns, 50 ns, 100 ns, 200 ns, 300 ns, 500 ns, 1 $\mu$ s, 2 $\mu$ s, 5 $\mu$ s, 10 $\mu$ s, 20 $\mu$ s
200 km	30 ns, 50 ns, 100 ns, 200 ns, 300 ns, 500 ns, 1 $\mu$ s, 2 $\mu$ s, 5 $\mu$ s, 10 $\mu$ s, 20 $\mu$ s
300 km or more	50 ns, 100 ns, 200 ns, 300 ns, 500 ns, 1 $\mu$ s, 2 $\mu$ s, 5 $\mu$ s, 10 $\mu$ s, 20 $\mu$ s

Tablica 6 raspon udaljenosti

Visoki SNR način - Ako je kabel optičkog vlakna koji se mjeri povezan na sustav pasivne optičke mreže (PON), jer je u sustav instaliran optički razdjelnik za cijepanje kabela optičkih vlakana, neće se moći mjeriti optički impulsi koji se reflektiraju.

Interval uzorka - Maksimalni broj točaka uzorka je 256000. Najkraći interval uzorkovanja određuje se rasponom udaljenosti. Uobičajeno: AQ7280 koristi optimalni interval uzorka za mjernu metodu za obavljanje mjerenja. Visoka razlučivost: AQ7280 koristi interval uzorka koji bi rezultirao najvećim brojem podatkovnih točaka. Ako koristi kratki interval uzorka, možete izmjeriti preciznije promjene. Međutim, veličina podataka izmjerenog rezultata postaje velika.

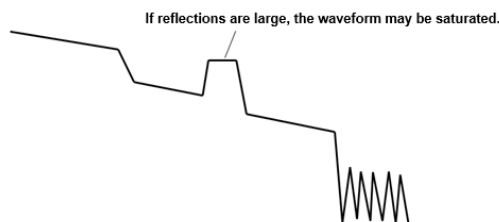
Umanjenje - Ako su velike refleksije uzrokovane konektorima ili prekidima kabela optičkih vlakana, valni oblik može biti zasićen. Prigušenja koja se mogu odabrati ovise o širini impulsa.

3 ns to 20 ns	0 dB, 2.50 dB, 5.00 dB, 7.50 dB, 10.00 dB, 12.50 dB, 15.00 dB, 17.50 dB
30 ns to 50ns	0 dB, 2.50 dB, 5.00 dB, 7.50 dB, 10.00 dB, 12.50 dB, 15.00 dB, 17.50 dB, 20.00 dB, 22.50 dB
100 ns to 5 $\mu$ s	0 dB, 2.50 dB, 5.00 dB, 7.50 dB, 10.00 dB, 12.50 dB, 15.00 dB, 17.50 dB, 20.00 dB, 22.25dB, 25.00 dB
10 $\mu$ s to 20 $\mu$ s	0 dB, 2.50 dB, 5.00 dB, 7.50 dB, 10.00 dB, 12.50 dB, 15.00 dB, 17.50 dB, 20.00 dB, 22.25dB, 25.00 dB, 27.50 dB, 30.00 dB

Tablica 7 prigušenje impulsa

#### 4.6.6 Prosječna metoda

Hi-Speed - U načinu rada Hi-Speed, svi se dijelovi mjere prema navedenom slabljenju. Ako navedena vrijednost slabljenja nije prikladna i dogodi se velika refleksija, valni oblik za taj odjeljak može biti zasićen.



## Slika 35 Hi-speed

Hi-Reflection - U načinu Hi-Reflection, AQ7280 može pravilno izvoditi mjerenja čak i ako se pojave velike refleksije (isključujući izuzetno velike refleksije uzrokovane dijelovima vlakna kao što je otvoreni kraj vlakna). U načinu Hi-Reflection, AQ7280 postavlja optimalno slabljenje prema razini povratnog raspršenja za svaki odjeljak i provodi mjerenje. Stoga je vrijeme mjerenja dulje nego u načinu rada Hi-Speed.

### 4.6.7 Prosječna jedinica

Trajanje - Mjerenja se provode samo tijekom određenog trajanja. Ako navedete kratko trajanje, ovisno o uvjetima mjerenja, mjerenja možda neće imati završiti kad istekne određeno vrijeme

Broj mjerenja - Mjerenja se izvode samo određeni broj puta.

### 4.6.8. Prosječno brojanje i prosječno trajanje

Odabiru se sljedeće vrijednosti.

Trajanje: 5 sek, 10 sek, 20 sek, 30 sek, 1 min, 3 min, 5 min, 10 min, 20 min, 30 min  
Sekunde su sekunde i min su minute.

Broj mjerenja:  $2^{10}$  (1024 puta),  $2^{11}$  (2048 puta),  $2^{12}$  (4096 puta),  $2^{13}$  (8192 puta),  $2^{14}$  (16384 puta),  $2^{15}$  (32768 puta),  $2^{16}$  (65536 puta),  $2^{17}$  (131072 puta),  $2^{18}$  (262144 puta),  $2^{19}$  (524288 puta),  $2^{20}$  (1048576 puta)

Maksimalni prosječni broj je  $2^{20}$ . Ako se odredi prosječno trajanje zbog kojeg se premašuje ovaj broj puta, mjerenje će završiti prije nego što prosječno trajanje protekne.

Zbog utjecaja drugih mjernih uvjeta, mjerenje može potrajati kraće od trajanja koje se odredi ili se neće završiti kad određeno trajanje prođe.

Ako se odredi velika vrijednost za broj puta ili trajanje, može se izvoditi vrlo precizna mjerenja, ali vrijeme mjerenja postaje duže. Kada se odredi ova vrijednost, treba obratiti pozornost na dinamički raspon AQ7280 i gubitak optičkog kabela na mjerenju.

Prikaz trajanja ili broja puta određuje se navedenom prosječnom jedinicom.

#### **4.6.9 Alarm koji se koristi u vlaknima**

AQ7280 koristi istu valnu duljinu koja se koristi u stvarnoj komunikaciji za mjerenje optičkih impulsa. Ako je u optičkom kabeu koji želite izmjeriti prisutno svjetlo za komunikaciju, to će utjecati na komunikaciju. Kad je prisutno ovo komunikacijsko svjetlo, kaže se da se vlakno koristi. Alarm u upotrebi vlakana značajka je koja provjerava prenosi li se komunikacijsko svjetlo duž kabela optičkih vlakana koji pokušavate izmjeriti. Ako se vlakno koristi, prikazuje se poruka upozorenja s pitanjem želite li nastaviti mjerenje.

#### **4.6.10 Provjera veze**

Provjera veze značajka je koja provjerava stanje veze između AQ7280 i kabela optičkih vlakana. Kad je ova značajka uključena, može se spriječiti prijenos svjetlosti s priključka AQ7280 OTDR ili ulaza izvora svjetlosti ako kabel optičkih vlakana nije povezan s AQ7280 ili ako kabel nije pravilno povezan.

OFF: Priključci se ne provjeravaju.

UKLJUČENO: veze su provjerene.

#### **4.6.11 Pretraživanje događaja**

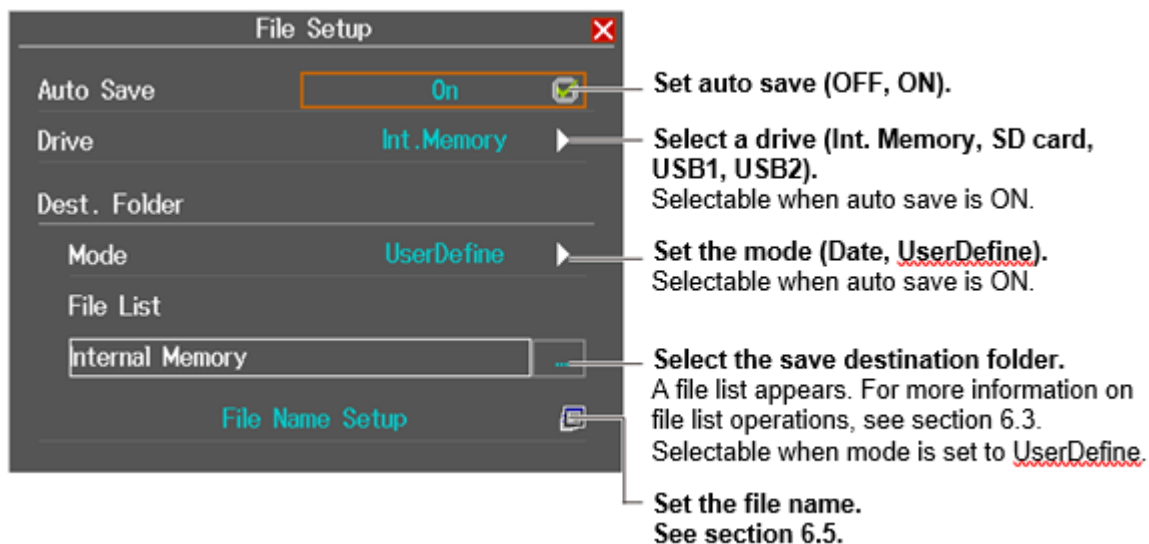
Pretraživanje događaja značajka je koja automatski traži gubitke i odraze u podacima prikupljenim tijekom prosječnih mjerenja. Gubici i refleksije otkriveni u podacima valnog oblika poznati su kao događaji.

Automatski: Nakon dovršetka prosječnih mjerenja događaji se automatski traže i popisuju, a prikazuje se zaslon događaja i izbornik za analizu događaja.

Ručno: Nakon dovršetka prosječnih mjerenja prikazuje se valni oblik, ali događaji se ne traže

#### 4.6.12 Automatsko spremanje

Pomoću okretnog gumba i ENTER postaviti Auto Save na OFF ili ON.



Slika 36 automatsko spremanje

Način rada - Odabrati i odrediti mapu spremanja.

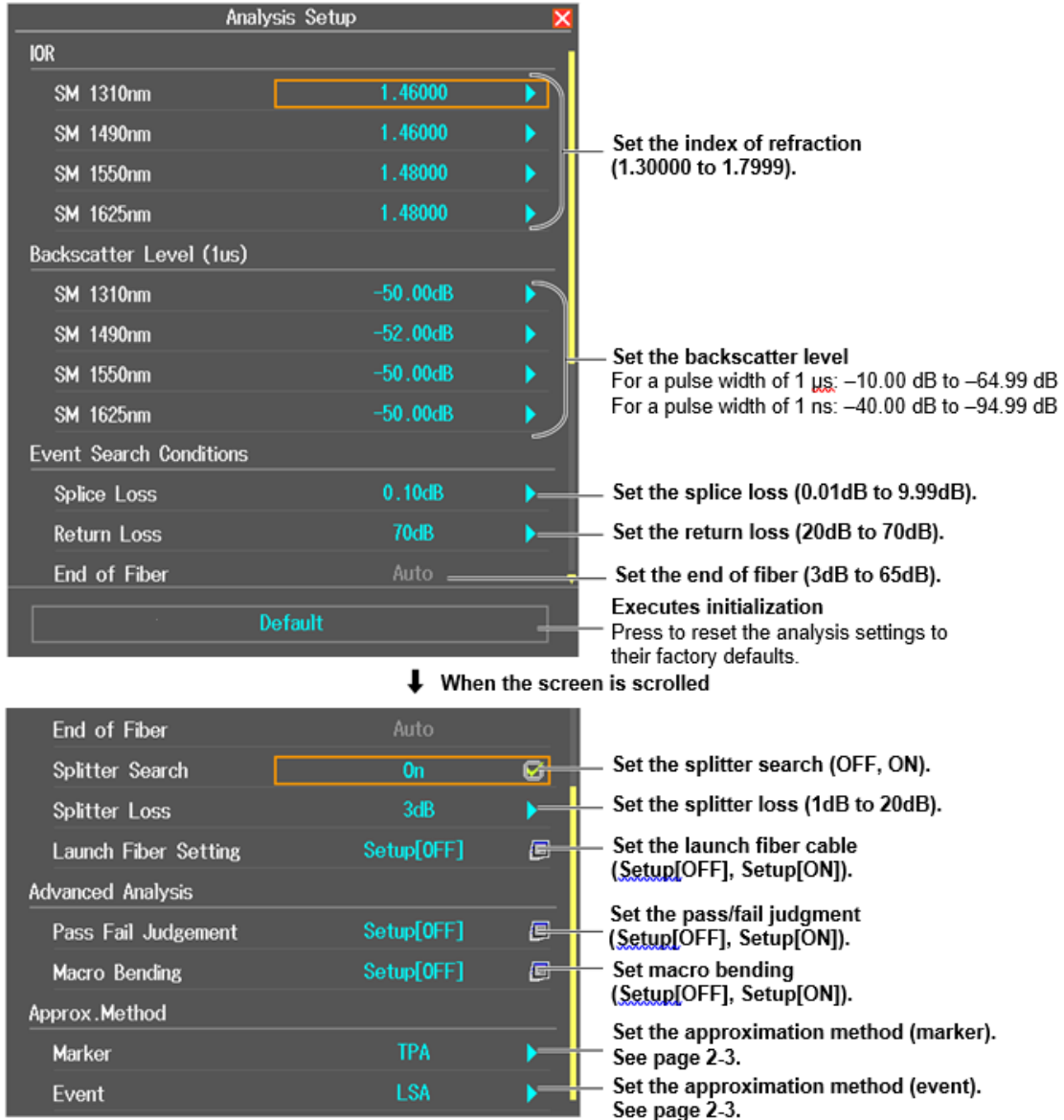
Datum - U ovom načinu mape koje su imenovane po datumima automatski se izrađuju u odabrani pogon za spremanje.

UserDefine - U ovom načinu rada navodi se mapa za spremanje odredišta.

Mapa odredišta - Na odabranom pogonu potrebno je unaprijed stvoriti mapu po izboru i odabrati ovu mapu kao mapu za spremanje odredišta.

## 4.7 Postavljanje uvjeta analize u detaljnom načinu

Pritisnuti tipku *Analysis Setup* za prikaz zaslona



Slika 37 postavljanje uvjeta analize

#### **4.7.1 Indeks loma (IOR)**

AQ7280 koristi indeks loma za izračunavanje udaljenosti. Ako se indeks loma ne postavi pravilno, mjerenje udaljenosti bit će netočno. Indeks loma varira ovisno o priključenom optičkom kablu. Potrebno je unijeti vrijednosti preporučene proizvodnjom kabela.

AQ7280 ima sljedeće unaprijed zadane indekse loma koji odgovaraju svakoj valnoj duljini.

1310 nm: 1,46000

1550 nm: 1,46000

1625 nm: 1,46000

1650 nm: 1,46000

Može se odrediti vrijednost od 1,30000 do 1,79999.

#### **4.7.2 Razina povratnog raspršenja**

Svjetlost koja putuje kroz optički kabel prikazuje fenomen poznat kao Rayleighovo raspršivanje. Zbog ove pojave svjetlost se šalje unatrag, u smjeru suprotnom od smjera širenja. Ova je pojava poznata kao povratno rasipanje. Postavka razine povratnog raspršenja koristi se kada AQ7280 izračunava povratni gubitak i ukupni povratni gubitak.

Ako se ne postavi ispravna razina povratnog raspršenja, mjerenja povratnog gubitka i ukupnog povratnog gubitka bit će netočna.

Na AQ7280 može se odabrati referentna širina impulsa za razinu povratnog raspršenja (

Podesivi raspon razina povratnog raspršenja varira ovisno o referentnoj širini impulsa.

1  $\mu$ s: Raspon je od -10,00 do .9964,99.

1 ns: Raspon je od 40,00 do 94,99 –.



AQ7280 ima sljedeće unaprijed postavljene razine povratnog raspršenja koje odgovaraju svakoj valnoj duljini

<b>Wavelength</b>	<b>1 <math>\mu</math>s Pulse Width</b>	<b>1 ns Pulse Width</b>
850 nm	-37 dB	-67 dB
1300 nm	-44 dB	-74 dB
1310 nm	-50 dB	-80 dB
1490 nm	-52 dB	-82 dB
1550 nm	-52 dB	-82 dB
1625 nm	-53 dB	-83 dB
1650 nm	-53 dB	-83 dB

Tablica 8 valna duljina

#### 4.7.3 Uvjeti pretraživanja događaja

Gubitak spoja - Ako se dogodi gubitak spajanja koji premašuje navedeni prag, detektira se kao događaj. Raspon je od 0,01 dB do 9,99 dB.

Povratni gubitak - ako se dogodi povratni gubitak manji ili jednak navedenom pragu, on se otkriva kao događaj. Što je veći odraz, manji je povratni gubitak, pa se događaji (refleksije) otkrivaju kada je povratni gubitak manji ili jednak pragu. Raspon je od 20 dB do 70 dB.

Kraj vlakana - Ako se dogodi refleksija koja premašuje navedeni prag, ona se otkriva kao kraj kabela optičkih vlakana (Fresnelova refleksija). Raspon je od 3 dB do 65 dB.

Splitter gubitak - Pretpostavlja se da su događaji čiji gubitak premašuje ovu vrijednost optički razdjelnici. Raspon je od 1 dB do 20

#### 4.7.4 Fibre Setting

Pomoću okretnog gumba i ENTER postaviti *Launch Fibre Setting* na *Setup* [OFF] ili *Setup* [ON].

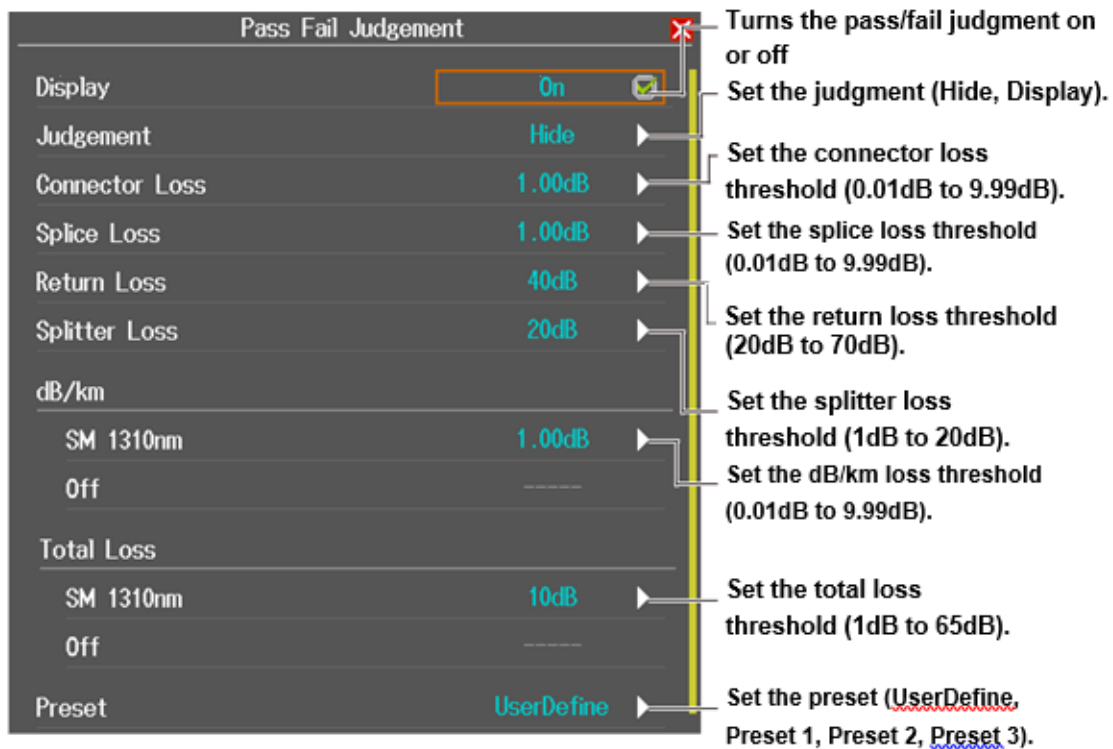


Slika 38 Fibre setting

Kada se poveže kabel vlakna za lansiranje kako bi se izbjegle mrtve zone na bliskom kraju mogu se postaviti događaji kabela za lansiranje vlakana (početna točka i krajnja točka) tako da se podaci o događajima u odjeljku lansiranog vlakna izuzmu iz uvjeta analize.

#### 4.7.5 Napredna analiza

Pomoću okretnog gumba i ENTER postaviti *Pass Fail Judgment* na *Setup* [OFF] ili *Setup* [ON].



Slika 39 postavke napredne analize loše procijene

Provodi se prosudba događaja koji su otkriveni u ciljnom valnom obliku, a oni koji premašuju navedeni prag prikazuju se kao događaji kvara.

UKLJUČENO: Događaji koji su premašili prag prikazuju se sa zvjezdicom.

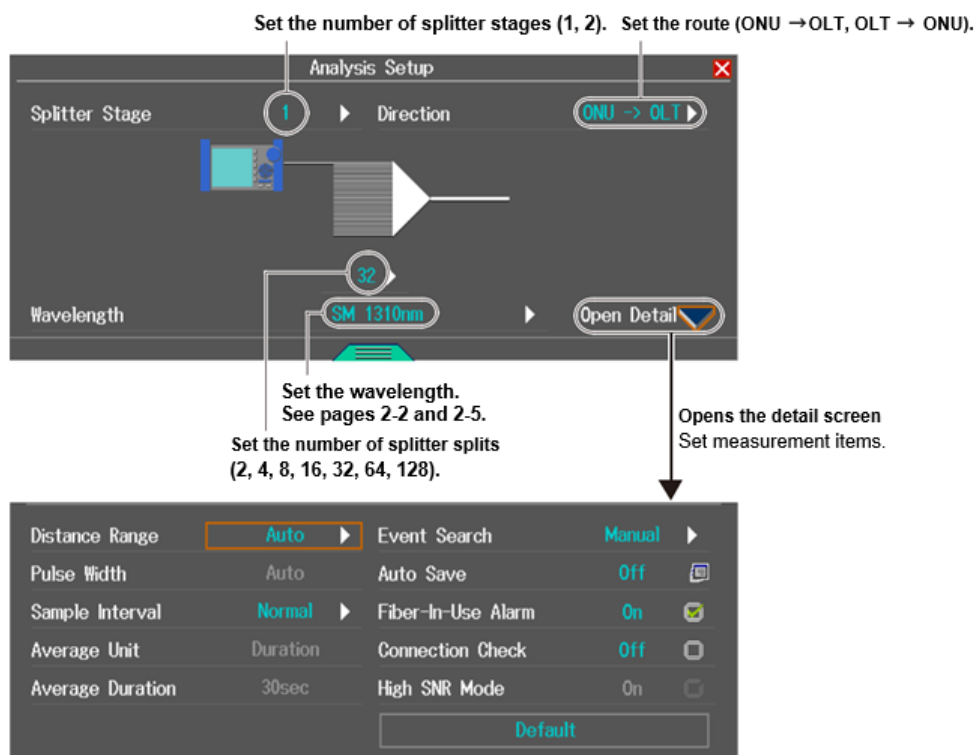
ISKLJUČENO: Događaji koji su premašili prag ne prikazuju se sa zvjezdicom.

Informacije o presudi prikazuju se u donjem lijevom dijelu zaslona AQ7280.

Zaslona: Prikazuju se broj događaja kvara, ukupni gubitak i ukupni povratni gubitak.

## 4.8 Postavljanje mjernih uvjeta u PON načinu

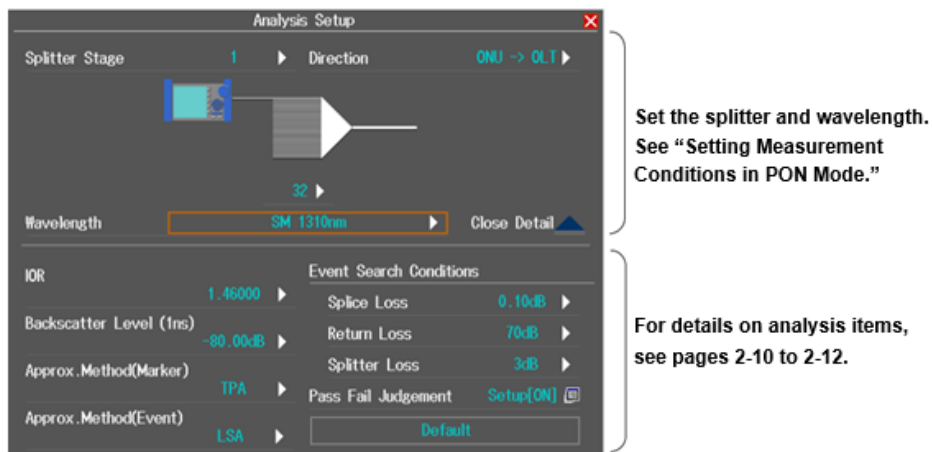
Pritisnuti tipku *Meas Setup* za prikaz zaslona



Slika 40 PON – mjerni uvjeti

### 4.8.1 Postavljanje uvjeta analize u PON načinu

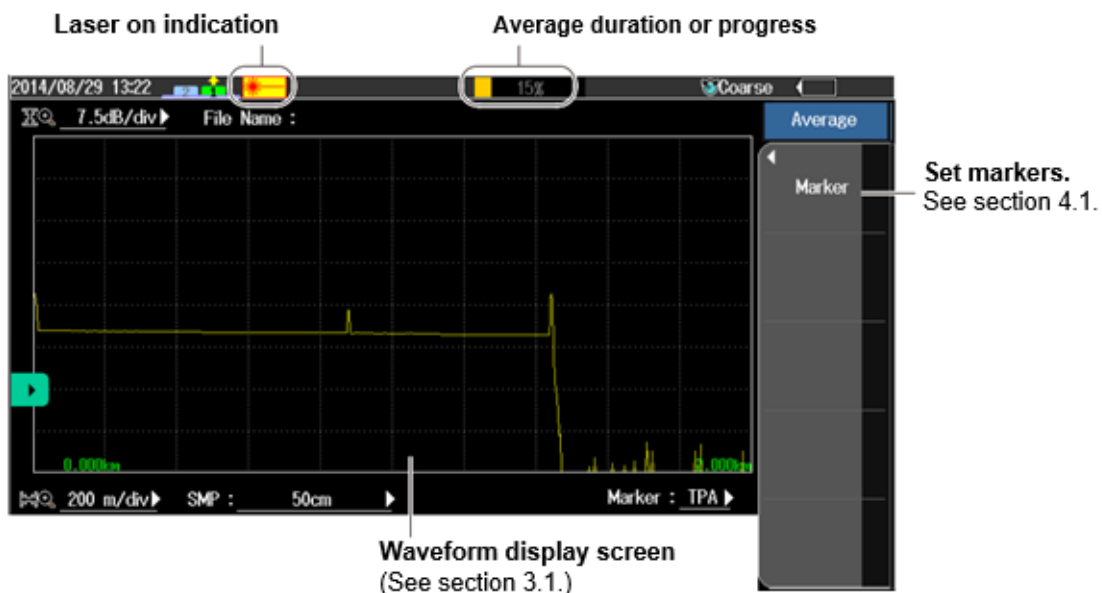
Pritisnite tipku *Analysis Setup* za prikaz zaslona



Slika 41PON uvjeti analize

#### 4.9 Pokretanje i zaustavljanje mjerenja

1. Na gornjem izborniku odabere se OTDR.
2. Pritisne se AVG. Mjerenje započinje, a mjerni valni oblik prikazuje se na zaslonu. Pojavljuje se izbornik Prosječno. Prosječno trajanje ili napredak prikazuje se u gornjem dijelu zaslona. Također, tijekom mjerenja, na vrhu zaslona pojavljuje se oznaka koja označava da je lasersko svjetlo uključeno.



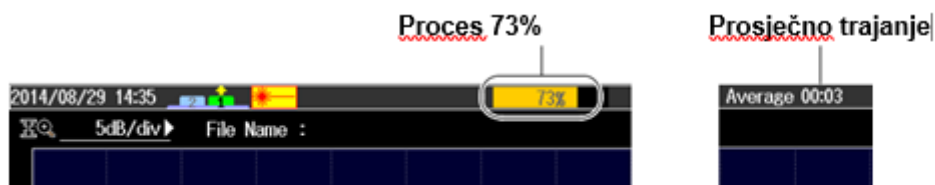
Slika 42 pokretanje i zaustavljanje mjerenja

Kada se prosječno mjerenje završi u skladu s navedenim uvjetima, mjerenje se automatski zaustavlja i zaslon se prebacuje na OTDR izbornik.

Tijekom mjerenja s više valnih duljina, kada se dovrši prosječno mjerenje svih valnih oblika, mjerenje se automatski zaustavlja. Za zaustavljanje prosječnog mjerenja u tijeku potrebno je pritisnuti AVG.

#### 4.9.1 Prosječno mjerenje

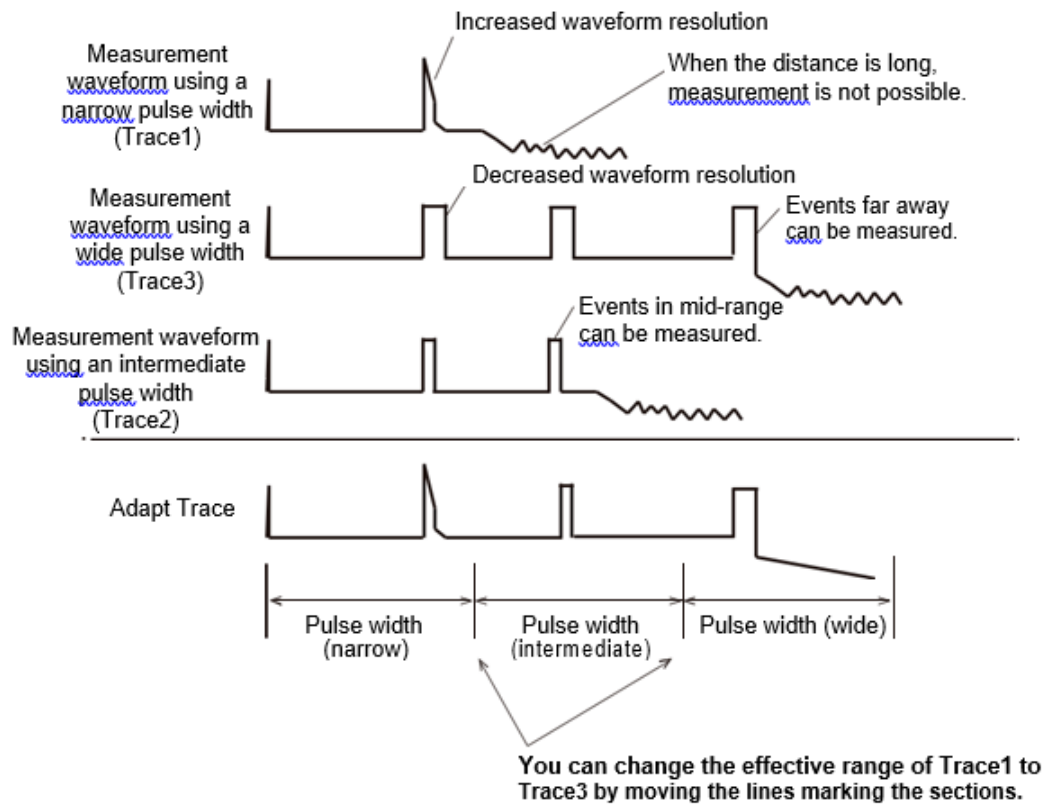
Tijekom prosječnog mjerenja prikazuje se traka napretka. Kad se mjerenje završi, traka napretka automatski se zaustavlja. Ako se postavi prosječno trajanje na Automatski, u gornjem dijelu zaslona prikazuje se prosječno trajanje. Ako se navede postavka koja nije *Auto*, prikazuje se vrijednost koja označava napredak. Kada se mjerenje pravilno završi, prikazuje se 100%. Vrijeme potrebno za dovršetak mjerenja razlikuje se ovisno o postavkama poput raspona udaljenosti i prosječnog broja. Ako se upotrebljavaju markeri za mjerenje udaljenosti, gubitka i slično tijekom prosječnog mjerenja, kada se mjerenje pravilno završi (100%), AQ7280 automatski zatvara zaslon za mjerenje markera. Ako je Pretraživanje događaja postavljeno na automatski, zaslon događaja pojavit će se kada je mjerenje pravilno dovršeno.



Slika 43 prosječno mjerenje

#### **4.10 Uređivanje valnog oblika**

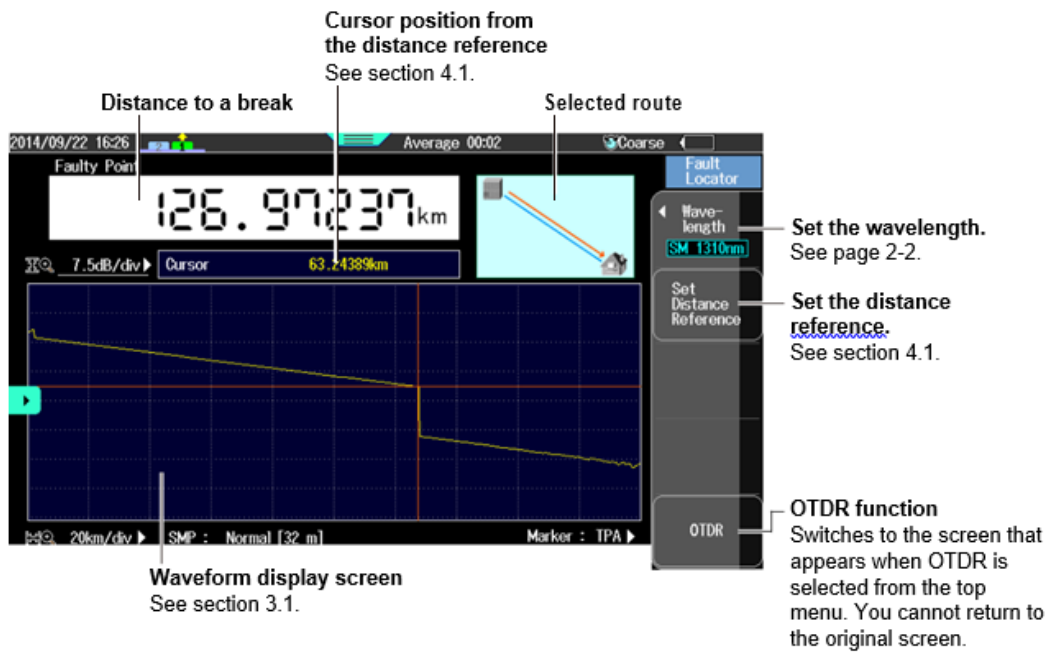
U mjerenju kabela optičkim vlaknima, smanjenje širine impulsa mjerenja optičkog impulsa povećava razlučivost mjerenja valnog oblika u bližem dijelu, ali uzrokuje slabljenje optičkog impulsa u daljem dijelu, što sprječava ispravno mjerenje. Suprotno tome, povećanje širine impulsa optičkog mjerenja impulsa omogućuje ispravno mjerenje u udaljenom dijelu, ali smanjuje razlučivost mjerenja valnog oblika u bližem kraju. Značajka Adapt Trace kompenzira ta pogoršanja točnosti mjerenja izvođenjem optičkog mjerenja impulsa koristeći tri različite širine impulsa za istu valnu duljinu i kombinirajući tri valna oblika na zaslonu. AQ7280 automatski određuje širinu impulsa ovisno o navedenom rasponu udaljenosti i valnoj duljini.



Slika 44 adapt trace

#### 4.11 Pretraživač pogrešaka

Pritisnuti AVG. Mjerenje započinje, a mjerni valni oblik prikazuje se na zaslonu. Kada se prosječno mjerenje završi, udaljenost do prekida se automatski prikazuje.

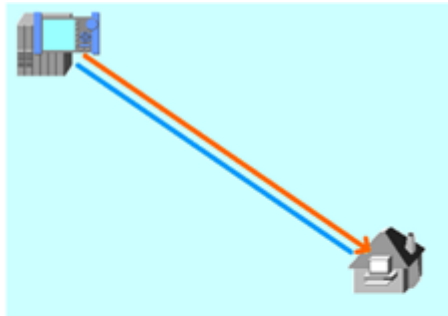


Slika 45 pretraživač pogrešaka

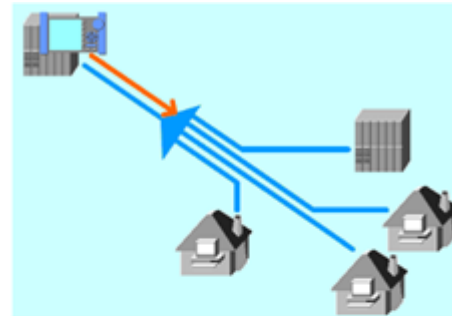
#### 4.12 Odabir rute



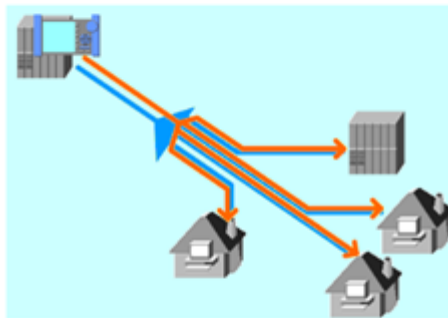
Prije pokretanja značajke lociranja kvara možete odabrati rutu kojom ćete tražiti prekide. Nakon potvrde rute pritisnite ENTER. Automatski će se odabrati optimalni uvjeti mjerenja za odabranu rutu.



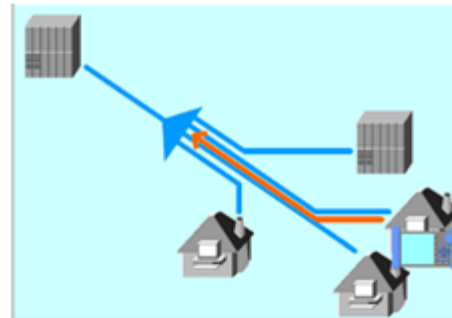
**Normal**  
Measures between the OLT and ONU.  
This route does not have an optical splitter.



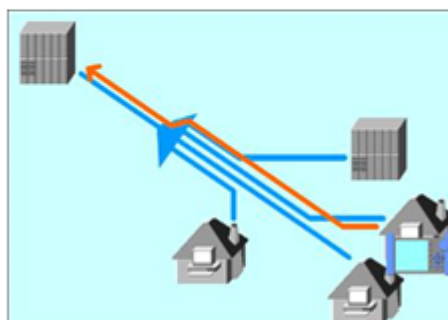
**OLT->Splitter**  
Measures between the OLT and optical splitter.



**OLT->Splitter->ONU**  
Measures from the OLT side to the ONU side. This route has an optical splitter.



**ONU->Splitter**  
Measures between an ONU and optical splitter.

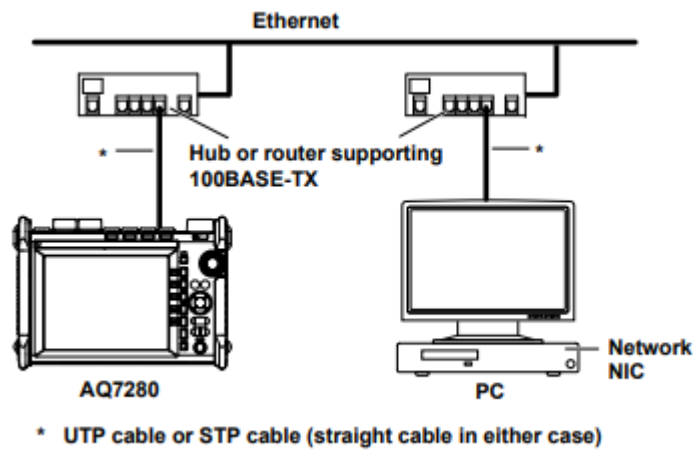


**ONU->Splitter->OLT**  
Measures from the ONU side to the OLT

Slika 46 Odabir rute

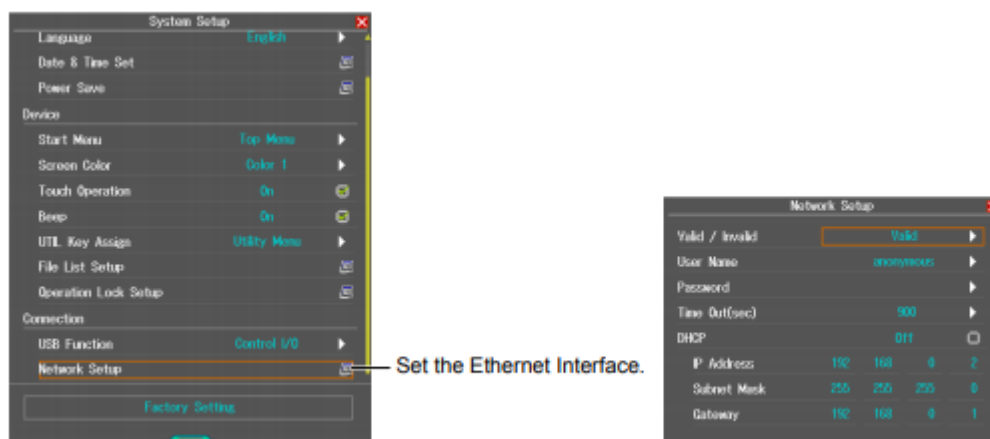
### 4.13 Ethernet interface

Potrebno je spojiti UTP kabel ili STP kabel koji je spojen na router na priključak 100BASE-TX na dnu AQ7280.



Slika 47 Ethernet

Potrebno je pritisnuti *setup* zatim *system setup*



Slika 48 konfiguracija

## **5. ZAKLJUČAK**

Glavni zadatak ovog rada bio je upoznati uređaj - optički reflektometar za singlemode vlakna AQ7280 . Da bi se u potpunosti upoznao i razumio uređaj sa svim funkcijama potrebno je njegovo praktično korištenje. U ovom radu teoretski je iznesena osnova iz svjetlovodnih sustava koja se mora poznavati prije samog korištenja uređaja. Opisane su sve mogućnosti uređaja uz sve vrste mjerenja i traženja grešaka na svjetlovodnim sustavima.

Yokogawa AQ7280 sa svim pripadajućim sondama činila bi izvrsnu podlogu za bavljenje ozbiljnijim praktičnim radom nakon savladavanja osnovnih funkcija ovog uređaja, te ovakav uređaj se može iskoristiti u komercijalne i istraživačke svrhe.

U koliko uređaj bude korišten u svrhu laboratorijskih vježbi smatram da će uvelike pomoći studentima pri dodatnom razumijevanju teoretskog dijela svjetlovodnih sustava koji bi im ovaj uređaj dodatno učinio olakšanim.

## LITERATURA

1. AQ 7280 ,

[http://www.electrometers.com/Assets/pdf2\\_files/Yokogawa/Optical\\_Instruments/Aq/IMA\\_Q7280-01EN.pdf](http://www.electrometers.com/Assets/pdf2_files/Yokogawa/Optical_Instruments/Aq/IMA_Q7280-01EN.pdf). 5.8.2020

2. AQ7280 ,

<https://cdn.tmi.yokogawa.com/1/2681/files/BUAQ7280-01EN.pdf>, 5.9.2020

3. [WWW.YOKOGAWA.COM](http://WWW.YOKOGAWA.COM), 2.9.2020

6. Skupina autora, Sigurnost i svjetlost, CARNet CERT u suradnji s LS & S, broj 195, 10.8.2020

7. <https://enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=59123>, 12.8.2020

## POPIS SLIKA

Slika 1 Svjetlovodna nit.....	4
Slika 2 spektar elektromagnetskog zračenja.....	5
Slika 3 prostiranje svjetlosti kroz svjetlosnu nit.....	5
Slika 4 vrste svjetlovodnih niti .....	6
Slika 5 dimenzije svjetlovodnih niti .....	8
Slika 6 vrste zaštitnih omotača .....	10
Slika 7 vrste svjetlovodnih kabela za unutarnje i vanjsko polaganje .....	12
Slika 8 blok shema AQ7280 .....	15
Slika 9 AQ7280OTDR mainframe .....	16
Slika 10 OTDR .....	17
Slika 11 OPM modul .....	18
Slika 12 mjerenje optičkog impulsa .....	21
Slika 13 rezultat prosječnog mjerenja .....	22
Slika 14 izmjerena distanca do prijeloma.....	23
Slika 15 Valni zaslon.....	25
Slika 16 povratno rasipanje .....	26
Slika 17 gubitak na konektoru .....	26
Slika 18 Fresnelov odraz .....	27
Slika 19 dinamički raspon .....	27
Slika 20 širina pulsa.....	28
Slika 21 mrtva zona .....	29
Slika 22 Prevencija mrtve zone .....	29
Slika 23 2 - point .....	30

Slika 24 4 - point .....	30
Slika 25 6 - point .....	31
Slika 26 analiza dvosmjernog traga.....	32
Slika 27 analiza sekcije.....	33
Slika 28 uređivanje događaja.....	34
Slika 29 setup meni .....	37
Slika 30 Postavljanje valnih duljina .....	38
Slika 31 postavke analize .....	39
Slika 32 LSA .....	40
Slika 33 TPA .....	41
Slika 34 mjerni uvjeti .....	42
Slika 35 Hi-speed .....	45
Slika 36 automatsko spremanje .....	47
Slika 37 postavljanje uvjeta analize .....	48
Slika 38 Fibre setting.....	51
Slika 39 postavke napredne analize loše procijene .....	51
Slika 40 PON – mjerni uvjeti .....	52
Slika 41PON uvjeti analize .....	53
Slika 42 pokretanje i zaustavljanje mjerenja .....	53
Slika 43 prosječno mjerenje .....	54
Slika 44 adapt trace.....	56
Slika 45 pretraživač pogrešaka.....	57
Slika 46 Odabir rute.....	58
Slika 47 <i>Ethernet</i> .....	59
	63

Slika 48 konfiguracija..... 59

## **POPIS TABLICA**

Tablica 1 valna duljina .....	35
Tablica 2 valna duljina .....	35
Tablica 3 valna duljina .....	36
Tablica 4 valna duljina .....	37
Tablica 5 raspon udaljenosti .....	43
Tablica 6 raspon udaljenosti .....	43
Tablica 7 prigušenje impulsa .....	44
Tablica 8 valna duljina .....	50



