



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Digital Broadcasting and Broadband Technologies (Master Studies)
Erasmus+ Project No. 561688-EPP-1-2015-1-XK-EPPKA2-CBHE-JP

This project has been founded with support from the European Commission
This publication[communication] reflects the views only of the author, and
the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of
the information contained therein.

DBBT

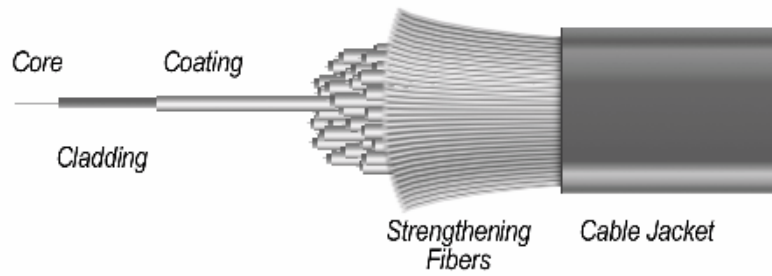
Digital Broadcasting & Broadband Technologies

**ANALIZA
OPTIČKOG
LINKA**

Povezivanje optičkih vlakana

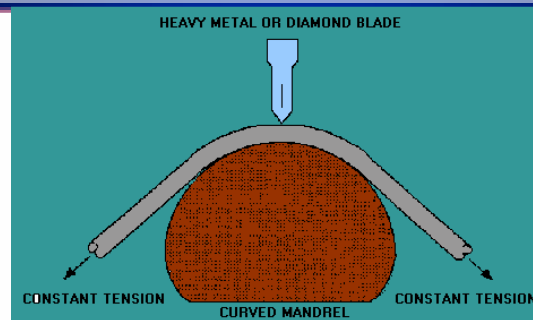
- Za dostizanje potrebne daljine prenosa (preko 10 km) potrebno je povezati optička vlakna.
 - Povezivanje sličnih vlakana - 'splicing.'
 - Povezivanje različitih vlakana ili vlakana sa drugim komponentama (npr. pojačavačima) realizuje se primjenom konektora.
-

Uklanjanje omotača



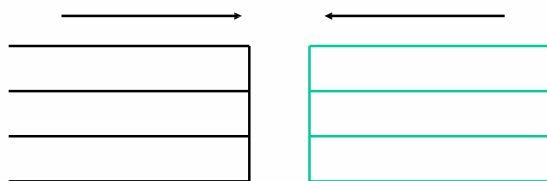
- Stripping – uklanjanje omotača
- Može se realizovati hemijski, mehanički ili termički

Fibre cleaving



- Krajevi kabla se razdvajaju metalnim / dijamantskim nožem.
- Vlakno se razbija pod pritiskom.
- Nakon toga se polira.

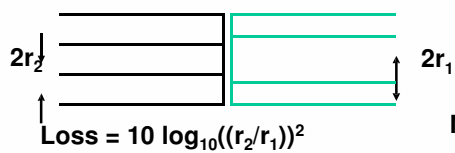
Splajsing



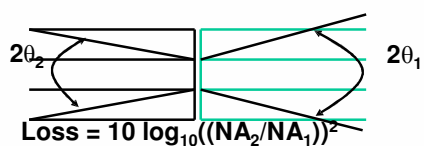
- Krajevi optičkih vlakana se spajaju.
- Gubici mogu biti unutrašnji i vanjski.
- Koristi se mehanički ili fuzioni splajsing.
- Gubici ~ 0.1dB/Splice.

Unutrašnji splajs gubici

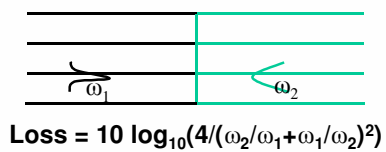
Core Diameter Mismatch



Numerical Aperture Mismatch



Mode Field Diameter Mismatch

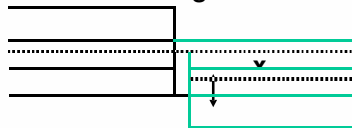


Unutrašnji splajs gubici

- Ovi gubici se javljaju zbog razlika u optičkim vlaknima koja se povezuju.
- Najlošiji scenario – povezivanje single mode sa multimode vlaknom. Gubici > 20dB !
- Potrebno je obezbijediti prilagođenje vlakana.

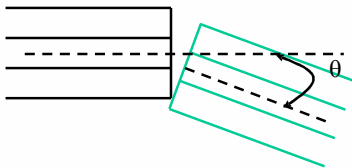
Vanjski splajs gubici

Lateral Misalignment



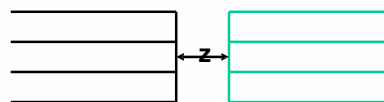
$$\text{Loss} = 10 \log_{10}(\exp(-x/w_0)^2)$$

Angular Misalignment



Sve formule su za single mode vlakno !

End Separation



$$\text{Loss} = 10 \log_{10}[1/(S^2+1)]$$

where: $S = \lambda z / (2\pi n w_0)$

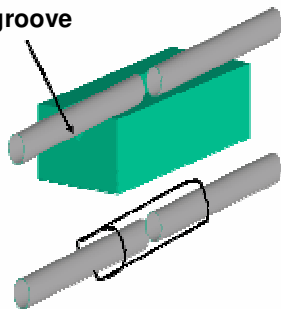
$$\text{Loss} = 10 \log_{10}(\exp(-\pi w_0 \sin(\theta) / \lambda)^2)$$

Vanjski splajs gubici

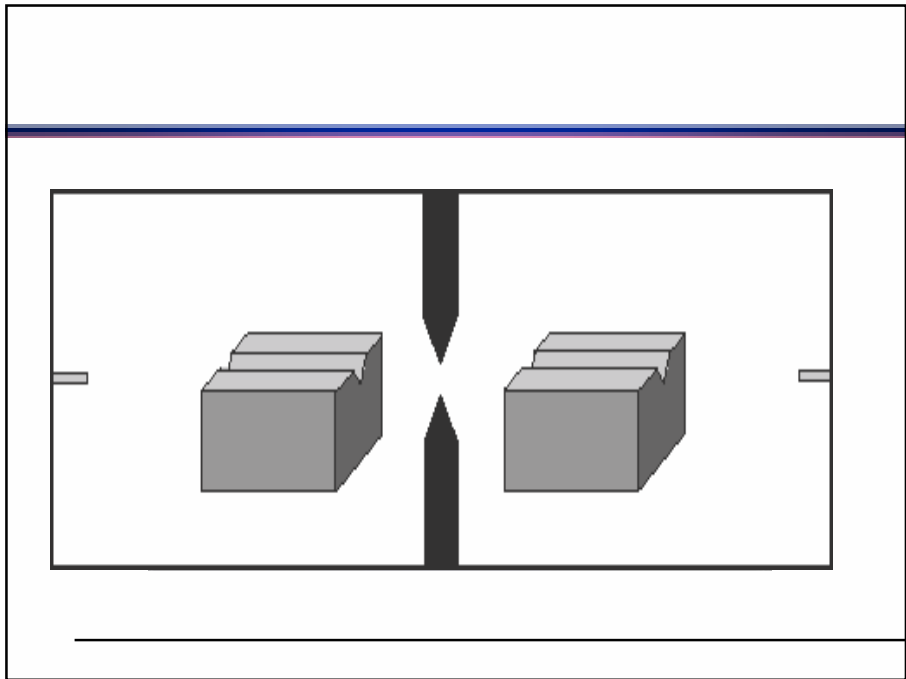
- uzrokovani su nesavršenostima materijala
- gubici usljed neporavnanja su ilustrovani na prethodnom slajdu.
- gubici refleksije nastaju zbog vazdušnog prostora koji može odtati između. Ukupni gubici se nazivaju Frenelovi.
- gubici $= -10 \log_{10}(1-R)$,
 - $R = R_1 + R_2 - 2(R_1 R_2)^{0.5} \cos(4\pi z/\lambda)$, z- dužina vazdušnog gapa
 - R_1, R_2 refleksije na interfejsu vlakno/vazduh.

Mehanički splajs

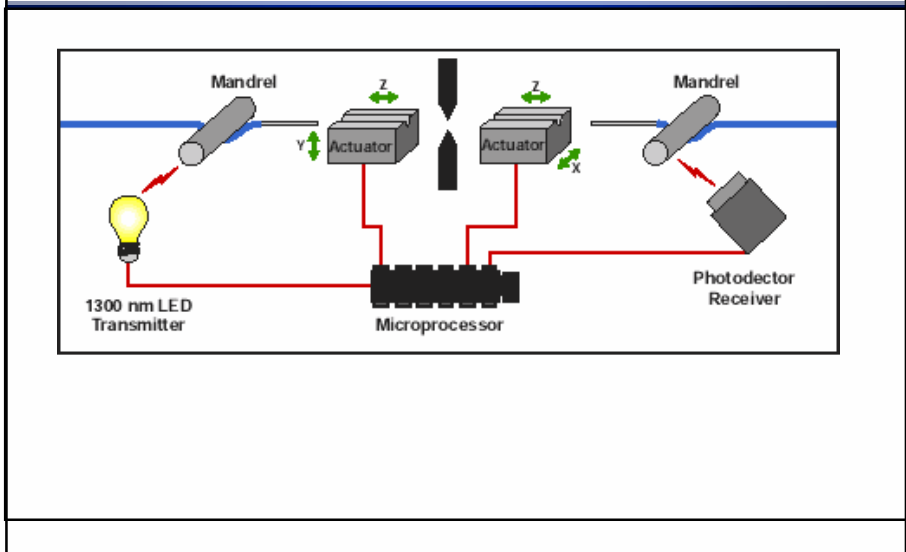
v-groove

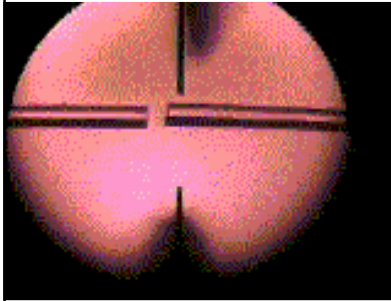


- Vlakna se poravnavaju u specijalnim v-groove mašinama.
- Primjenjuje se tzv. index matching fluid.
- Splajs se pokriva.
- Vlakna se postavljaju u tubu.
- Vlakno se rotira do postizanja max snage signala.
- Mehanički splajsevi se koriste ako je potreban manji broj splajseva.

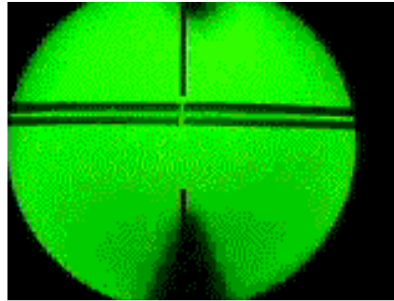


Poravnanje fuzijskih splajseva



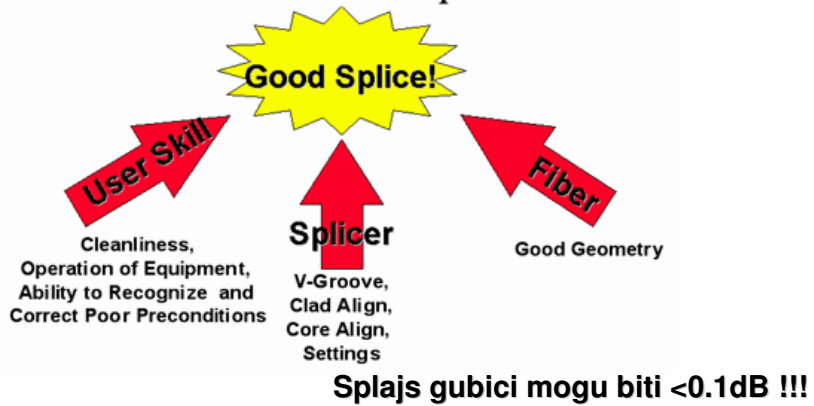


Alignment Process

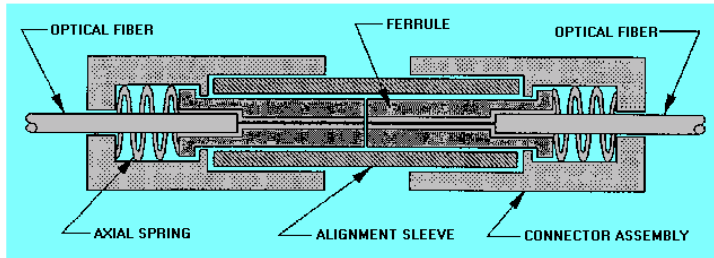


Fusion Splice

Factors That Affect Splice Loss

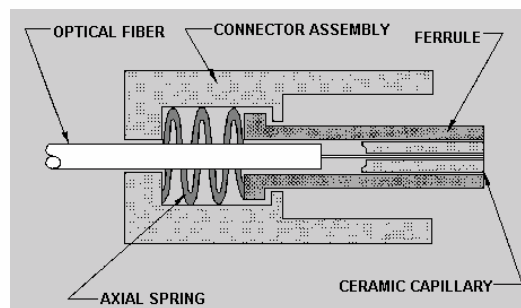


Konektori



- konektori – ‘Plug and Play.’

Formiranje konektora



Konektorski gubici

- Gubici se javljaju na sličan način kao kod splajsova.
 - Potrebno je da karakteristike konektora budu odgovarajuće.
 - Normalni gubici konektora ~0.5-1dB.
-

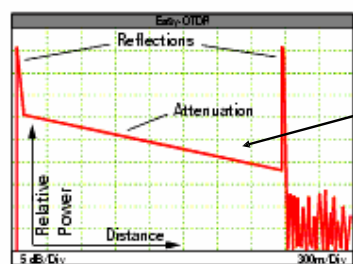
Analiza linka – OTDR

- Za opis linka i određivanje gubitaka konektor / splajs koristi se **O**ptical **T**ime **D**ivision **R**eflectometry (OTDR) tehnika.
 - Ova tehnika emituje svjetlost duž vlakna i analizira reflektovanu i raspršenu (backscattered) svjetlost koje se pri tom javljaju u vlaknu.
 - Ova informacija omogućava generisanje grafika jačine u odnosu na udaljenost, za posmatrani link.
 - Dobijena informacija se koristi za analizu linka na udaljenostima od nekoliko 100 km.
 - Slomljena vlakna se lako uočavaju.
-

OTDR graf

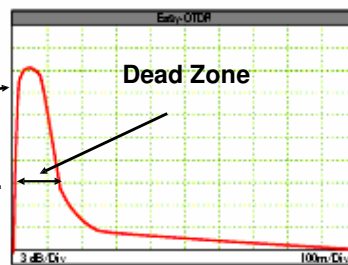


OTDR



Vlakno bez splajseva / konektora

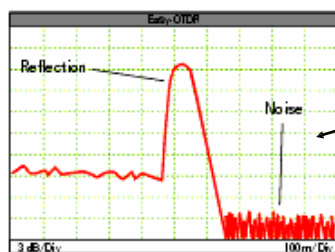
Početak vlakna



Dead zone daje ograničenje rastojanja.

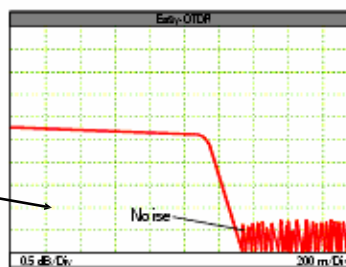


OTDR

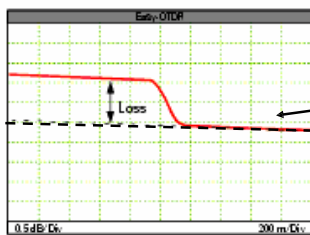


Završetak
vlakna

Prelom vlakna

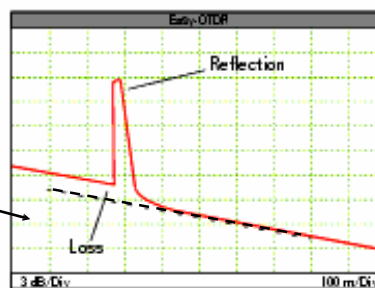


OTDR



Fusion Splice

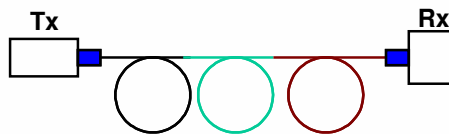
Konektor



Projektovanje optičke mreže – proračun kvaliteta (Power Budget)

- Suštinski je važno pri projektovanju mreže da je snaga signala u prijemu dovoljna da bi se signal detektovao.
- Nivo prijemne snage IZNAD osjetljivosti prijemnika naziva se **marginu sistema**.
- Ako je prijemna snaga manja od osjetljivosti prijemnika, onda se snaga ISPOD nivoa osjetljivosti naziva **sistemski deficit**.
- Za proračun kvaliteta optičkog linka (power budget), moraju se uzeti u obzir svi izvori snage i gubitaka u sistemu.

Point to Point link



LED predajnik $P_{1550\text{nm}} = -20\text{dBm}$

30km vlakna na segmentima od 10km: gubici = 0.2dB/km

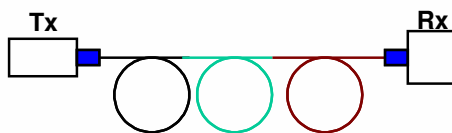
Splajs gubici = 0.2dB

Gubici konektora = 0.8dB

Osjetljivost prijemnika = -30dBm

Izračunati marginu sistema.

Point to Point link



Ulazna snaga:	-20dBm	-20dBm
Gubici konektora:	-0.8dB	-20.8dBm
Gubici vlakna:	$30 \times 0.2\text{dB} = -6\text{dB}$	-26.8dBm
Splajs gubici:	$2 \times 0.2\text{dB} = -0.4\text{dB}$	-27.2dBm
Gubici konektora:	-0.8dB	-28.0dBm
Margina sistema:	-28(-30)dBm	2dB

System će funkcionisati, ali margina sistema je mala – potrebno je dodatnih 5-10dB

Point to Point link



Ako se poveća dužina linka na 60km – kolika je margina sistema ?

Ulazna snaga:	-20dBm	-20dBm
Gubici konektora:	-0.8dB	-20.8dBm
Gubici vlakna:	$60 \times 0.2\text{dB} = -12\text{dB}$	-32.8dBm
Splajs gubici:	$5 \times 0.2\text{dB} = -1\text{dB}$	-33.8dBm
Gubici konektora:	-0.8dB	-34.6dBm
Sistemska deficit:	-34.6(-30)dBm	-4.6dB

Sistem ne može funkcionisati !!!

Point to Point link



Jedna od mogućnosti je da se LED zamijeni laserom.
Izlazna snaga = -5dBm.

Ulazna snaga:	-5dBm	-5dBm
Gubici konektora:	-0.8dB	-5.8dBm
Gubici vlakna: 60x0.2dB=-12dB		-17.8dBm
Splajs gubici: 5x0.2dB =-1dB		-18.8dBm
Gubici konektora:	-0.8dB	-19.6dBm
Margina sistema:	-19.6(-30)dBm	10.4dB

Bolje rješenje!

DZ:

- Izračunati marginu sistema (deficit) za 300km optički link, formiranog od 10km vlakana (gubici=0.25dB/km). Signali se prenose kroz dva para konektora u patch panelu na svakom kraju. Pretpostaviti: splajs gubici=0.1dB/splice; snaga lasera = 0.0dBm; osjetljivost prijemnika =-32.0dBm.
- Za poboljšanje performansi, odlučeno je da se postave pojačavači sa pojačanjem 30dB na tačkama od 100km i 200km. Pojačavači se postavljaju na link primjenom po jednog konektora na svakom kraju (gubici=0.8dB/konektoru). Izračunati marginu sistema (deficit) u ovom slučaju.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Digital Broadcasting and Broadband Technologies (Master Studies)
Erasmus+ Project No. 561688-EPP-1-2015-1-XK-EPPKA2-CBHE-JP

This project has been founded with support from the European Commission
This publication[communication] reflects the views only of the author, and
the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of
the information contained therein.

DBBT

Digital Broadcasting & Broadband Technologies