

Splicer Alignment Technologies— The Technical and Data-Driven Differentiators

Lucas Mays, Application Engineer, AFL

U početku je spajanje fuzija pripadalo ograničenoj zajednici sa samo nekoliko glavnih optičkih tvrtki koje su posjedovale ovu tehnološku sposobnost.

Što se promijenilo od tada do sada?

Naime, vrijeme i novac.

Kako je postalo očito da je ova linija proizvoda bila profitabilna, prirodno su tehnologiju drugi dizajnirali obrnuto.

Kao i kod mnogih profitabilnih, revolucionarnih proizvoda, sljedbenici su poremetili tržište cijenom kao svoje glavno oružje, tvrdeći da nude istu kvalitetu za manje.

Proizvodi su estetski ugodni, tvrtke im pružaju pametnu tržišnost, ali im nedostaje najvažniji aspekt: tehničko znanje.

Konkurencija plasira puno netočnih informacija, što kupcima otežava izbor. Posebno za početnike.

Ovim prikazom i edukacijom pokazujemo što je bitno a što nebitno.

Tri su glavne kategorije fuzijskog spajачa, bez obzira na broj vlakana, razvrstane su tehnologijom njihovog poravnanja, odnosno metodom i mehanizmima koji se koriste za poravnavanje niti jedne s drugom.

- prednosti /nedostatci

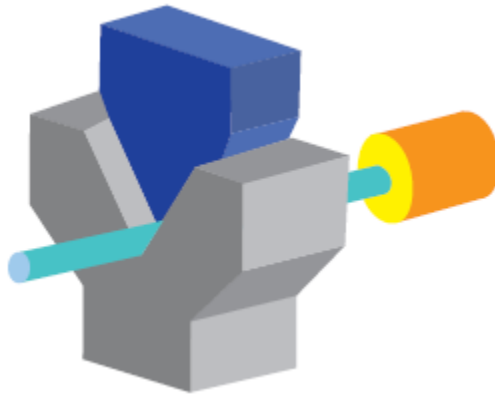
1) Fiksni V-utor (i) Fixed V-groove(s) - Nepokretni V-utori koji se poravnavaju jedan s drugim, a koji djeluju kao pasivni vodiči za međusobno usklađivanje vlakana.

2) Aktivno poravnavanje obloga - Active Cladding Alignment - neovisni, pokretni V-utor (i) koji mogu aktivno međusobno uskladiti dva vlakna na različitim mjestima u X / Y ravnini na temelju otkrivanja ruba obloge.

3) Aktivno poravnavanje jezgre - Active Core Alignment - Isti V-utorni sustav kao i aktivno poravnavanje obloge, ali umjesto otkrivanja ruba obloge, splicer jasno identificira lokaciju jezgre niti i poravnava dvije niti na temelju tih podataka.

Fiksni V-utor

Naziv fiksni V-utor prilično je razumljiv u razumijevanju načina rada ove metode.



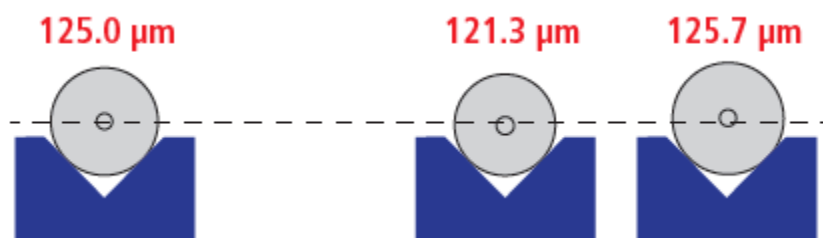
Klin u obliku slova V urezan je u keramički blok, koji služi kao kontrolirana površina za postavljanje niti. Nakon što se vlakno postavi u V-utor splicera, gornja površina - ugrađena u vjetrobrian - se zatvori na nit, tako da se uspostavlja kontakt u tri različite točke na površini niti. Ova metoda ograničava kretanje niti u neželjenim smjerovima, a omogućava da se nit lako i ravnomjerno pomiče radi poravnanja i spajanja s suprotnom niti.

V-utorna metoda pasivnoga poravnavanja niti bila je osnova za prve generacije fuzijskih splicera i danas se koristi u širokom nizu primjena za poravnavanje niti. Metoda s fiksnim V-utorima sada se primjenjuje kod najjeftinijih splicera (entry level).

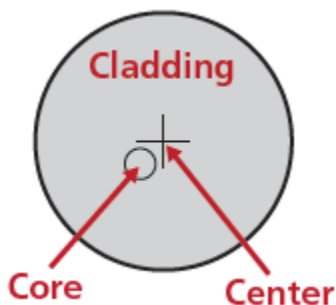
Masovno spajanje niti tehnički je naziv za spajanje više vlakana u jednom ciklusu. Ovi spliceri mogu istovremeno spojiti od 1-12 niti i prvenstveno se koriste za spajanje ribon niti. Spliceri s fiksnim V-utorom najčešće se koriste za FTTx i ostale završne mrežne segmente.

Budući da ova kategorija splicera ne može aktivno poravnati niti, jer su V-utovi fiksni, u prosjeku su prisutni veći gubici zbog:

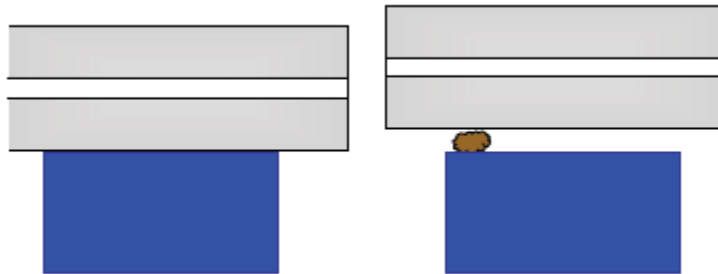
- 1) **Promjene promjera obloge** - raspon promjera obloga koji je dopušten u proizvodnji niti zbog čega jezgre variraju u različitoj visini unutar V-utora. Ilustracija dolje predstavlja najveći i najmanji promjer današnjih proizvođača vlakana. Moguće je odstupanje od $1,4\text{ }\mu\text{m}$ samo izmjenom promjera obloge, što uzrokuje gubitak u prosjeku $0,33\text{ dB}$ sa standardnim jednostrukim nitima.



- 2) **Pogreške koncentričnosti jezgre / obloge** - odstupanje mjesta jezgre i obloge od središnje osi uzrokuje pomicanje jezgre jedne od druge, čak i ako su obloge jednakog promjera i poravnate savršeno. Najveća dopuštena varijacija ove karakteristike za proizvodnju vlakana danas je $0,5\text{ }\mu\text{m}$. Ako se dva vlakna na ovoj granici spoje, moguće je ukupno odstupanje jezgre od $1,0\text{ }\mu\text{m}$.



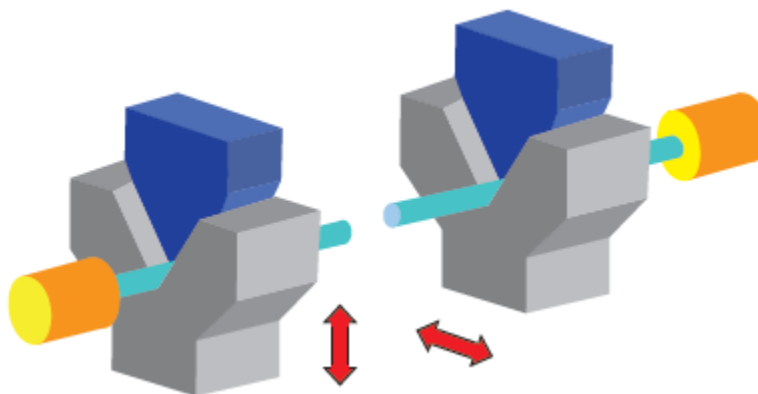
- 3) **Nečistoća ili ostaci obloge u V-utorima** - budući da su V-utori fiksirani, predmet koji koči vlakno da se nasloni ravno na zidove V-utora uzrokovat će neusklađivanje vlakana. To nije problem s nitima, ali je čest problem za splicere koji se koriste na otvorenom (a ponekad i u zatvorenom) okruženju ili kada se to ne primjeti za vrijeme čišćenja niti.



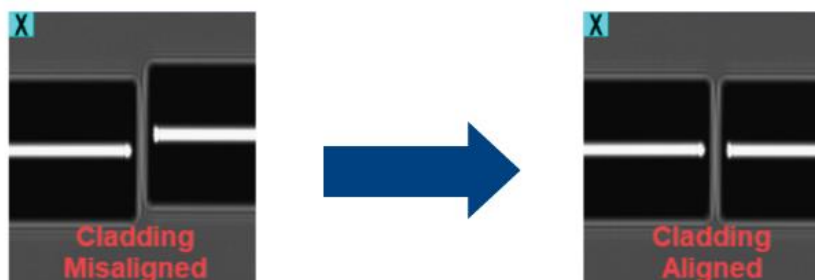
Ova metoda poravnanja je jednostavnija za razvoj i jeftinija za proizvodnju od aktivnog poravnanja niti. Fiksni V-utori splicera mogu pružiti dovoljne rezultate kada – su kriteriji gubitka smanjeni, kada spajate niti dobre kvalitete i kada održavate čistoću V-utora. Međutim, ti zahtjevi mogu biti restriktivni i teško kontrolirani, zbog čega su proizvođači splicera razvili bolja rješenja.

Aktivno poravnavanje obloga - Active Cladding Alignment

Metoda aktivnog poravnanja obloge koristi isti sustav V-utora i držanja niti, ali vrši poravnanje motoriziranim kretanjem V-utora. Oznaka "aktivni" odnosi se na V-utore koji imaju neovisne električne motore koji omogućuju kretanje u X i Y smjeru.



Dvije obloge niti se poravnavaju uz pomoć obrade slike. Kretanje V-utora kontroliraju brojni softverski algoritmi identificirajući rubove omotača niti za poravnavanje. Splicer identificira rubove obloge, zatim pomiče motore s V-utorima dok se rubovi ne poravnaju jedan s drugim.



Spliceri koji koriste pokretne V-utore za aktivno poravnavanje obloge niti su napredniji od splicera sa fiksnim V-utorima. Pomični V-utori eliminiraju otklone koji mogu biti rezultat varijacije promjera obloge, prljavštine ili krhotina obloge odnosno kombinacijom faktora.

Međutim, pogreška u koncentriranoj jezgri/oblozi je neriješena s aktivnim poravnavanjem obloge i u tome je glavni nedostatak ove kategorije splicera.

Vlakna se razlikuju u kvaliteti od proizvođača do proizvođača kao i u starosti. Loša kvaliteta i starija vlakna imaju veću pogrešku koncentričnosti jezgre/obloge što može rezultirati većim gubicima kod spajanja. Kao i splicer, vlakna se razlikuju po vrstama.

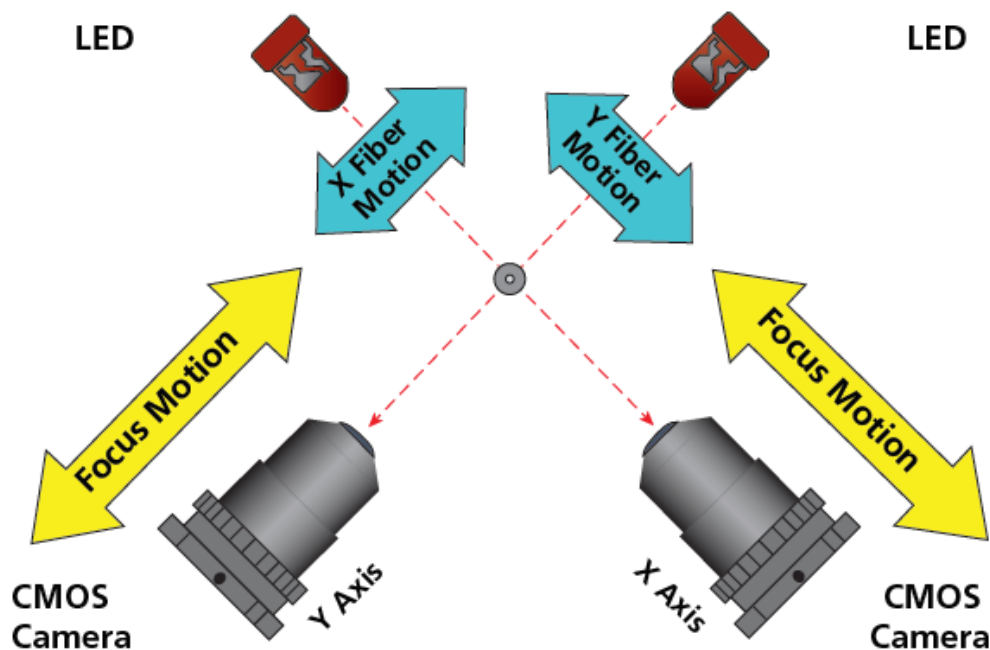
Važno je znati da spliceri sa aktivnim poravnavanjem obloge ne mogu identificirati različite vrste niti niti mogu automatski nadoknaditi odstupanja u parametrima spajanja koje zahtijevaju različite klasifikacije niti.

Aktivno poravnavanje jezgre - Active Core Alignment

Spliceri s aktivnim poravnavanjem jezgre koriste pomične V-utore, iste kao i splicer s aktivnim poravnavanjem obloge, ali koriste potpuno drugačije metode poravnavanja dviju niti s tim pokretnim V-utorima.

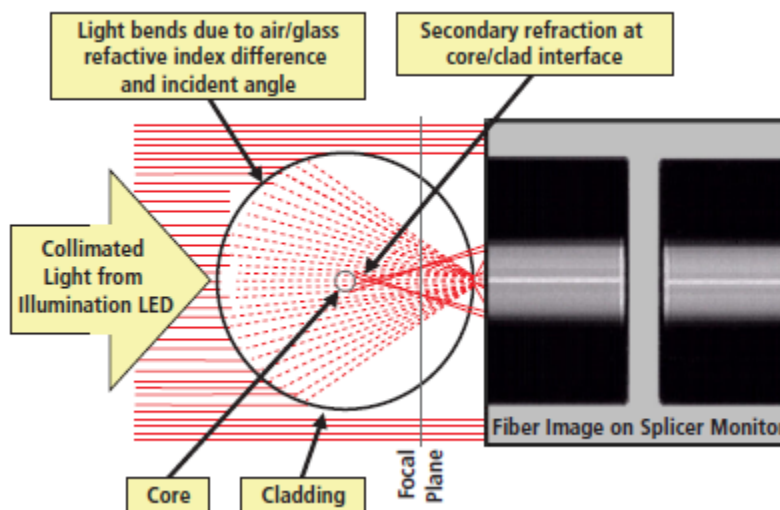
Dvije niti u spliceru za poravnavanje jezgre se smatraju usklađenima kada su jezgre niti postavljene tako da nakon spajanja nastaje jedna kontinuirana jezgra. Poravnavanje se postiže upotrebom sofisticiranog snimanja i sustava za obradu slike. Postupak snimanja i poravnanja temelje se na sustavu poravnanja profila (PAS) koji je u osnovi dvodimenzionalna slika vlakna. Usklađivanje jezgre zahtijeva prikupljanje podataka i manipuliranje s više PAS slika, dok je poravnavanje obloga mnogo jednostavniji proces.

Usklađivanje jezgre i obloge – PAS koristi dva pozadinska svjetla koja svijetle kroz niti na dvije CMOS kamere postavljene okomito od vidnog polja. Prvi faktor razlučivanja jezgre PAS splicera od poravnavanja obloge je u komponentama koje sadrži optički sustav. Optika poravnavanja jezgre zahtijeva veću razlučivost, uvećanje, kvalitetu leće i sposobnost promjene žarišta.

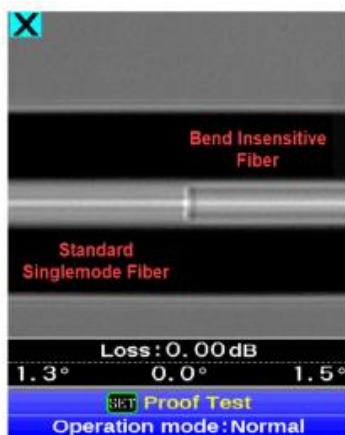


Pozadinsko osvjetljenje lomi se kroz nit kako bi se stvorio BIP (Brightness Intensity Profile) na svakoj kameri. Kamere promatraju i prikupljaju podatke s različitih BIP-ova dok se kamere kreću kroz različite pozicije fokusa. Softverski algoritmi koji traže najjasniju sliku jezgre vlakana kontroliraju motore i odlučuju o konačnim položajima kamera.

Preostali koraci procesa poravnavanja jezgre temelje se na programiranju. Postoje mnoge tehnike izgladivanja slika i specifična znanja o vlaknima koja se koriste za identificiranje stvarnog položaja jezgre niti u svijetlom pojasu PAS slike. Zabluda je da se samo korištenjem ovog hardverskog postavljanja može postići poravnavanje jezgre.



Obzirom na primjene (long haul networks, undersea cables, FTTx, mreže velike gustoće...) postoje i različite vrste niti. Standardno SM vlakno uvijek ne zadovoljava potrebe. Proizvođači su ispunili ove zahtjeve mijenjanjem optičkog ponašanja vlakana s različitim fizičkim konstrukcijama. Na primjer, jedinstveni materijali i koncentracije, geometrijske veličine i strukture, te tehnike izrade su načini za ispunjavanje ovih specifikacija niti. Kad je u pitanju spajanje, svaka vrsta niti na PAS slici izgleda drugačije, tako da mjesta jezgre ne mogu biti algoritamski detektirana na isti način.



Različiti materijali i koncentracije dodataka uzrokuju da vlakna reagiraju na istu količinu topline različito, to jest, različiti se dodaci tope različitim brzinama. Ako ne znate s kojim vlaknima ćete spajati, sa core alignment splicerom automatski ćete otkriti te razlike. Moguća je analiza podataka o gubicima spajanja različitih kombinacija vlakana i niti s lošom koncentriranošću jezgre. Niti s lošom koncentriranošću jezgre / obloge zahtijevaju znatno veće stupnjeve korekcije poravnanja da bi se postiglo poravnavanje jezgre, dakle mali gubitak spajanja. Cladding alignment splicer koji se koristi kod spajanja jezgri s visokim pomakom jezgre će napraviti veće gubitke, dok će core alignment splicer zadržati niske gubitke bez obzira na položaj jezgre u oblozi.

Isto pravilo slijedi s različitim kombinacijama niti koje zahtijevaju različite tehnike pronalaženja jezgri.

Provedeno je interno istraživanje radi usporedbe performansi gubitaka spojeva niti sa različitim vrijednostima koncentracije jezgre/obloge u vrstama vlakana koje se često nalaze u današnjim telekom i poslovnim mrežama.

Ispitne grupe s srednjim ($0,35 \mu\text{m}$ - $0,5 \mu\text{m}$) i visokim ($0,9 \mu\text{m}$) pomakom jezgre korištene su za simulaciju spojeva u tim mrežama.

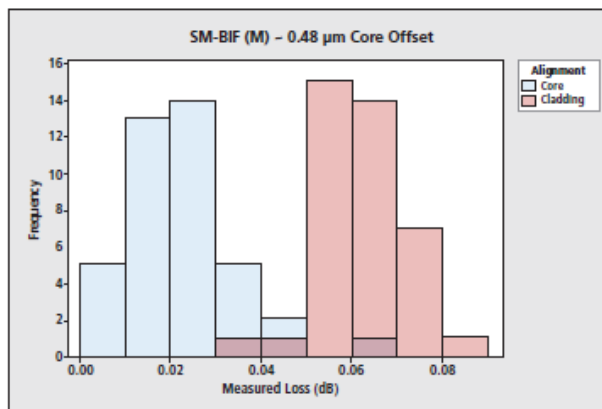
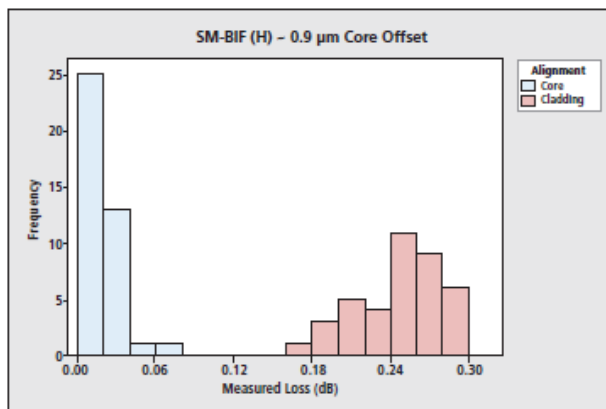
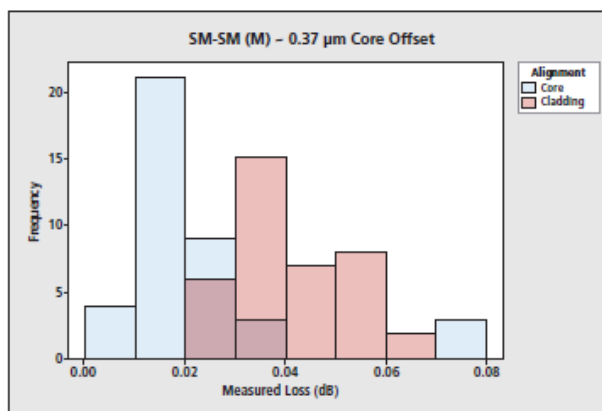
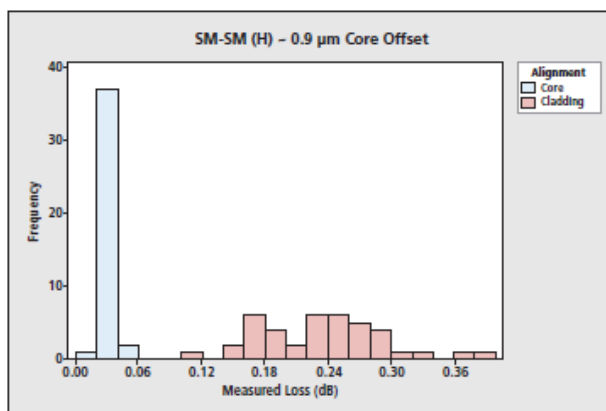
SM – Standard Single-mode Fiber

BIF – Bend-insensitive Fiber

Core Offset – prosječni pomak između jezgara niti kada su poravnate obloge. Dakle, splicer mora to nadoknaditi prilikom poravnavanja.

SPLICER ALIGNMENT TECHNOLOGY TESTING		
FIBER TYPE	GROUP	CORE OFFSET
G.652.D - G.652.D (SM-SM)	SM-SM (H)	$\sim 0.9 \mu\text{m}$
	SM-SM (M)	$\sim 0.37 \mu\text{m}$
G.652.D - G.657.A1 (SM-BIF)	SM-BIF (H)	$\sim 0.9 \mu\text{m}$
	SM-BIF (M)	$\sim 0.48 \mu\text{m}$

Podaci o gubicima dobiveni su korištenjem izvora svjetla i mjeraca snage na valnoj duljini od 1310 nm . Vlakna su višestruko spojena Fujikura core i cladding alignment splicerima. Korišten je sjekač za rezanje pok kutevima od $\leq 0,5^\circ$, tako da su vrijednosti gubitaka spajanja rezultat samo otkrivanja i poravnanja jezgre.



CORE ALIGNMENT				
	SM-SM (H)	SM-SM (M)	SM-BIF (H)	SM-BIF (M)
AVERAGE	0.025	0.017	0.015	0.018
ST. DEV.	0.006	0.017	0.011	0.012

CLADDING ALIGNMENT				
	SM-SM (H)	SM-SM (M)	SM-BIF (H)	SM-BIF (M)
AVERAGE	0.23	0.036	0.243	0.057
ST. DEV.	0.06	0.012	0.033	0.01

Prosjeci gubitaka u slučaju poravnanja po jezgri prilično su konzistentni iz skupine u skupinu s rasponom od 0,015-0,025 dB, ali prosjeci poravnanja po oblozi kreću se od 0,036-0,243 dB. Promjena od visoke prema niskoj core / cladding koncentraciji spojeva s visoke na nisku jezgru / oblaganje unosi i neke varijabilnosti čak i kod core splicera, ali na uočene varijacije najviše utječu ostale karakteristike vlakana - npr. neskladnost MFD-a, proizvodne tehnike i različite koncentracije nečistoća. Visoke i niske vrijednosti u tim skupinama zanemarive su za moderne mrežne potrebe, tako da je bez obzira na kvalitetu ili vrstu niti zajamčen mali gubitak. Šire raspodjele kod cladding alignment podataka obloga ukazuju na to da spojevi mogu ispasti s karakteristikama gubitaka s primjetnom učestalošću, uzrokujući višag gubitaka na mreži.

Taj će se visoki gubitak pojaviti na OTDR trasi koji navodi da se treba napraviti ponovno spajanje.