

Výukové soubory pro vláknovou optiku, optoelektroniku a optické komunikace

Martin Hájek, Miroslav Švrček, MIKROKOM, s.r.o.

Anotace

Společnost MIKROKOM se již řadu let zabývá vývojem učebních pomůcek a souborů pro výuku vláknové optiky, optoelektroniky a optických komunikací a výsledky tohoto dlouhodobého vývoje bychom chtěli v příspěvku představit. Zabýváme se v něm přístupy k vytváření uvedených souborů a pomůcek a konkrétními výsledky našeho vlastního vývoje, které ve svém dnes již velmi širokém záběru zahrnují oblasti od názorné demonstrace fyzikálních jevů na plastových optických vláknech, přes práci s v praxi nejrozšířenějšími skleněnými vlákny až po soubory zahrnující celou škálu aktivních a pasivních prvků optických sítí a systémů a umožňující výstavbu komplexního optického přenosového spoje. Takový systém pak má pomocí různých pomůcek a vybavení pro měření seznámit studenty s vlastnostmi, zacházením, měřením a využitím optických vláken, tras a aktivních a pasivních komponent a nakonec i s celým optoelektronickým přenosovým systémem pracujícím s různými typy signálů. Zvláštní místo bude věnováno také úsilí, implementovat do výukových souborů moderní technologie jako např. vlnový multiplex WDM nebo oblast spektrálních měření.

Klíčová slova

výuka, výukové soubory, vláknová optika, optické komunikace, optická trasa, optické vlákno, měření

1. Vývoj výukových souborů pro vláknovou optiku

Společnost MIKROKOM, s.r.o. se od svého založení před 15-ti lety věnuje intenzivně oblasti využití optických vláken a optickým komunikacím. Ve společnosti funguje optická laboratoř, která má mnohaleté zkušenosti s měřením optických tras, vláken, součástek a systémů nebo s kalibracemi měřících přístrojů pro vláknovou optiku. Pro měření je laboratoř autorizována i k provádění úředních měření a kalibrační laboratoř je mezinárodně akreditovaná.

Již od samého počátku své existence společnost MIKROKOM intenzivně spolupracuje také se středními a vysokými školami. Příkladem toho je i letos realizovaný rozsáhlý grantový projekt (zadaný MŠMT a podpořený z fondů EU) školení SŠ pedagogů po celé ČR, kde je věnována stěžejní pozornost právě optickým komunikacím. Podobně se laboratoř zabývá také již přes deset let vývojem učebních pomůcek a souborů pro výuku vláknové optiky, optoelektroniky a optických komunikací na středních a vysokých školách a výsledky tohoto vývoje zde chceme představit.

Požadavky kladené na výukové soubory a pomůcky v tak moderním a dynamickém oboru, jakým jsou optické komunikace a vláknová optika, jsou poměrně náročné. Jde o vývoj takových souborů, které by nejen názornou a přístupnou formou seznamovaly studenty s danou problematikou tzn. s nejdůležitějšími fyzikálními principy a technickými přístupy, ale aby byly tyto soubory i co nejbližší reálné praxi a dále aby postihovaly pokud možno i moderní a nové technologie, které se v tomto dynamickém oboru stále objevují a rychle se dostávají i do praxe. To vše by mělo být navíc samozřejmě pro školy i prakticky – a tudíž i cenově – dostupné.

Během dlouholetého vývoje jsme postupně vyvinuli celou řadu výukových souborů, které na sebe vzájemně navazují. V tomto příspěvku bychom se chtěli věnovat dvěma stěžejním, které zastupují dva základní druhy výukových souborů, které se principiálně liší. První z nich je zaměřen zejména na principy přenosu informace optickým vláknem a součástí přenosového řetězce optického spoje a dále na různé fyzikální jevy ve vláknech a parametry vláken atd. Tento soubor proto využívá plastová optická vlákna pro maximální názornost, jednoduchost a také odolnost. Druhý soubor je naproti tomu více zaměřen na reálnou praxi, a proto je postaven na skleněných vláknech, která použití v optických komunikacích dominují.

2. Principy a názornost – výukový soubor EF-970

Výukový soubor EF-970 včetně řady jeho doplňků jsme vyvíjeli v rámci evropského podpůrného programu EUREKA pro španělského partnera (společnost PROMAX) který dnes ve spolupráci s námi soubor vyrábí.

Pro názornost a jednoduchost je užito standardního plastového optického vlákna (POF) o průměru 1 mm. Díky velkému průměru těchto vláken a díky použití zejména zdrojů záření v oblasti viditelných vlnových délek, je možné řadu jevů názorně (vizuálně) demonstrovat. Kromě toho je velká výhoda těchto vláken v jednoduchosti a odolnosti i pro ne zcela korektní zacházení (např. zašpinění či poškrábání čel optických konektorů, mechanické deformace nebo ohyby vláken apod.), což se pro výuku na škole hodí. Základní zaměření souboru je jednak v představení vlastností optického přenosového spoje a jeho optoelektronických komponent a jednak na parametry a vlastnosti optických vláken a nejrůznějších optovláknových součástí.

Z hlediska přenosu signálu pomocí optického vlákna otevírá soubor širokou paletu možností. Lze s ním vybudovat optický spoj přenášející analogový signál, který může být jak externí, tak z vlastního generátoru na různých frekvencích a různého tvaru. Může to být také audio, video nebo digitální signál. K vysílání do optického vlákna je možné použít buď laserový zdroj záření nebo LED diody na řadě vlnových délkách v pásmu 520 nm až 1300 nm. Pro detekci signálu jsou k dispozici různé typy fotodetektorů



Obr. 1

(PIN, lavinová fotodioda APD) z různých materiálů (Si, Ge, InGaAs). Díky tomu lze studovat vlastnosti různých typů zdrojů záření a fotodetektorů včetně spektrální závislosti různých materiálů fotodetektorů. Dva základní bloky souboru – vysílač a přijímač (obr. 1) jsou také vybaveny řadou měřicích bodů umožňujících připojení osciloskopu či voltmetru a samotný vysílač souboru je vybaven vlastním měřidlem proudu vysílacími zdroji záření. Soubor umožňuje přenos dvou nezávislých kanálů a tím i reflektuje moderní trendy v optických komunikacích a umožňuje postavit pomocí svých dalších optovláknových prvků (vláknových rozbočnic a optických filtrů) i dvoukanálový systém vlnového multiplexu WDM na vlnových délkách 660 nm a 850 nm.



Obr. 2

Druhá skupina úloh se souborem EF-970 je zaměřena na studování vlastností optických vláken, tras a různých dalších optosoučástí a s tím i problematiku jejich měření. Přijímač souboru funguje ve zvláštním režimu také jako měřidlo výkonu a tím umožňuje provádět např. měření útlumu optického vlákna a trasy, zkoumání vlivu různých deformací a ohybů na útlum vlákna, měření numerické apertury vlákna (NA), měření útlumu konektorových spojení a mnoha dalších optovláknových součástí jako jsou optické rozbočnice, filtry a další, které jsou součástí výukového souboru (obr. 2). Díky zdrojům vysílače na řadě vlnových délek lze měřit často zajímavou spektrální závislost útlumu vláken a uvedených prvků a

např. u systému WDM je možné měřit spektrální parametry celé trasy.

Součástí souboru je také proměnný optický atenuátor (obr. 3), jehož jádrem je útlumový klín vytvořený tiskovou metodou laserovým osvitem na průhlednou fólii, čímž byla získána stupnice útlumu do 30 dB. Díky proměnnému atenuátoru lze měřit jednak překlenutelný útlum nejrůznějších optických spojů sestavených v rámci souboru nebo je možné zkoumat vlastní parametry atenuátoru (např. jeho spektrální vlastnosti).

Soubor obsahuje dále také několik experimentů z oblasti optovláknových senzorů a též konektorovací soupravu pro ST konektory (které se všude v souboru užívají), která má za cíl praktické seznámení s procesem konektorování optických



Obr. 3

vláken. Součástí souboru je také samozřejmě skriptum, obsahující teoretické základy dané problematiky a zejména podrobné návody na několik desítek praktických experimentů. Ilustrativní ukázky některých využití souboru včetně video-ukázek můžete najít na stránkách vytvořených jednou ze škol, kde se soubory již používají ve výuce – SPŠE a VOŠ v Olomouci:

<http://www.lmsunifor.com/web/foxisapi.dll/lmsunifor.logon?U=VOSSPSE&P=student&L=CS>.

3. Blízko praxi – výukový soubor OPTEL PROFI

Soubor OPTEL PROFI slouží k seznámení s vláknovou optikou přímo v té podobě, v jaké ovládla svět telekomunikací a přenosu dat. Soubor je postaven na skleněných optických vláknech a to mnohovidových (MMF 50/125 a 62,5/125) i jednovidových (SMF). Všechny komponenty souboru jsou takové, které se běžně používají v praxi optických komunikací na různých úrovních od transportních až po místní sítě. Jedná se nejen např. o propojovací šňůry (patchcordy), optickou trasu (délky 1 km), konektory a konektorové spojky (ST/PC) se soupravou na jejich čištění nebo útlumové články, ale i o měřicí zdroje optického záření (s LED i lasery) a měřidlo optického výkonu (obr. 4).

Úlohy a experimenty se souborem jsou tedy zaměřeny na zkoumání a experimenty s vlastnostmi skleněných optických vláken, trasy, konektorů apod. Soubor umožňuje názorné studium řady jevů, které jsou pro skleněná vlákna charakteristické, jako je vliv ohybu na útlum MMF a SMF vláken nebo vliv buzení u MMF vláken, kde se zjišťuje i dopad užití laserových oproti LED zdrojům záření apod. Blízkost praxi ukazuje např. i měření útlumu 1 km dlouhé trasy, které se zde provádí metodami, kterých se běžně v terénu užívá a jsou doporučené dle mezinárodních norem a také pomocí měřicích přístrojů, kterými se optické trasy v praxi měří. S tím, s čím se studenti seznámí v tomto výukovém souboru, se později setkají ve svém případném zaměstnání při návrhu, zapojování, měření, či údržbě optické sítě. Součástí souboru jsou samozřejmě také učební texty, v nichž je popsán návod a postup pro řadu experimentů.

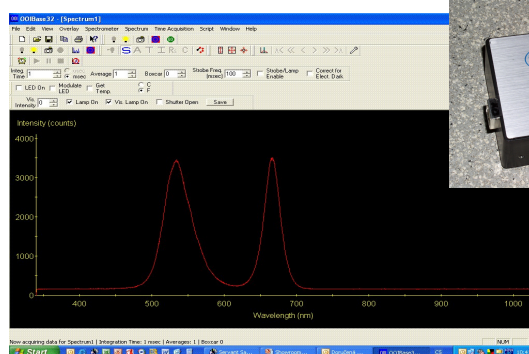


Obr. 4

4. Moderní způsob výuky vláknové optiky

S dalším růstem použití optických vláken v nových aplikacích a oblastech (a to nejen v optických komunikacích), kterého jsme neustále už po léta svědky, je tím více stále důležitější a nezbytnější i názorný a od praxe neodtržený způsob výuky. V našem příspěvku jsme chtěli prezentovat moderní výukové soubory, které jsme v uplynulých letech vyvinuli v naší laboratoři vláknové optiky a vř. techniky. Na dvou stěžejních souborech jsme chtěli prakticky ukázat i hlavní trendy v této oblasti, což je maximální názornost, přístupnost, univerzalita a modulárnost, což představuje především zmíněný soubor EF-970 a dále co nejtěsnější sepětí s reálnou praxí, o což usiluje druhý výukový soubor OPTEL PROFI. S oběma soubory je možné provádět desítky experimentů, jejichž hlavní kostra a návod je obsažen v učebních textech, kde jsou jednotlivé experimenty popsány s nezbytným teoretickým pozadím.

Jelikož se v této oblasti snažíme o další vývoj, který by co nejvíce odrážel současné moderní trendy, připravili jsme v současné době další výukový soubor, jehož jádrem je optický spektrální analyzátor (OSA), který dále rozvíjí širokou problematiku spektrálních měření např. i WDM přenosových systémů (Obr. 5).



Obr. 5

Autoři:

Ing. Martin Hájek

martin.hajek@mikrokom.cz

Ing. Miroslav Švrček

miroslav.svrcek@mikrokom.cz

MIKROKOM, s.r.o.

Pod Vinicí 622

Praha 4, 143 00

www.mikrokom.cz

www.mikrokom.sk

www.mikrokom.pl