

NÁPOVĚDA PRO POUŽITÍ PROGRAMU PRO KALKULACI A NÁVRH OPTICKÉ DISTRIBUČNÍ SÍTĚ PRO PROVOZ PASIVNÍCH OPTICKÝCH SÍTÍ

Autor: Ing. Pavel Lafata

Verze: 1.0 TAB (tabulková)

Podmínky používání programu

Použití programu je možné pouze pro informativní, výukové, nekomerční nebo osobní účely. Výsledky výpočtů a simulací mohou být citovány s uvedením odkazu na simulační program. Použití za jiným účelem je trestné podle autorského, občanského nebo trestního práva.

Úplné nebo částečné kopírování či imitování designu programu je zakázáno. Žádná loga, grafika či obrázky nesmí být bez výslovného souhlasu autora kopírovány ani rozšiřovány.

Program byl testován při standardním nastavení operačního systému. Je možné, že určitým nastavením systému, instalací ovladačů nebo vlivem jiných programů budou některé funkce programu nepoužitelné. Před instalací doporučujeme provést zálohu všech vašich dat.

Při instalaci programu může dojít k narušení operačního systému, narušení jiných dříve instalovaných programů nebo dokonce i ke ztrátě dat. Autoři nenesou zodpovědnost za přímé či nepřímé finanční ani majetkové újmy, sníženou použitelnost majetku, poškození smluvních vztahů, protiprávní jednání, poškození zdraví ani za jakékoliv jiné újmy v souvislosti s používáním programu.

Názvy skutečných společností a produktů dále uvedených mohou být ochranné známky příslušných vlastníků.

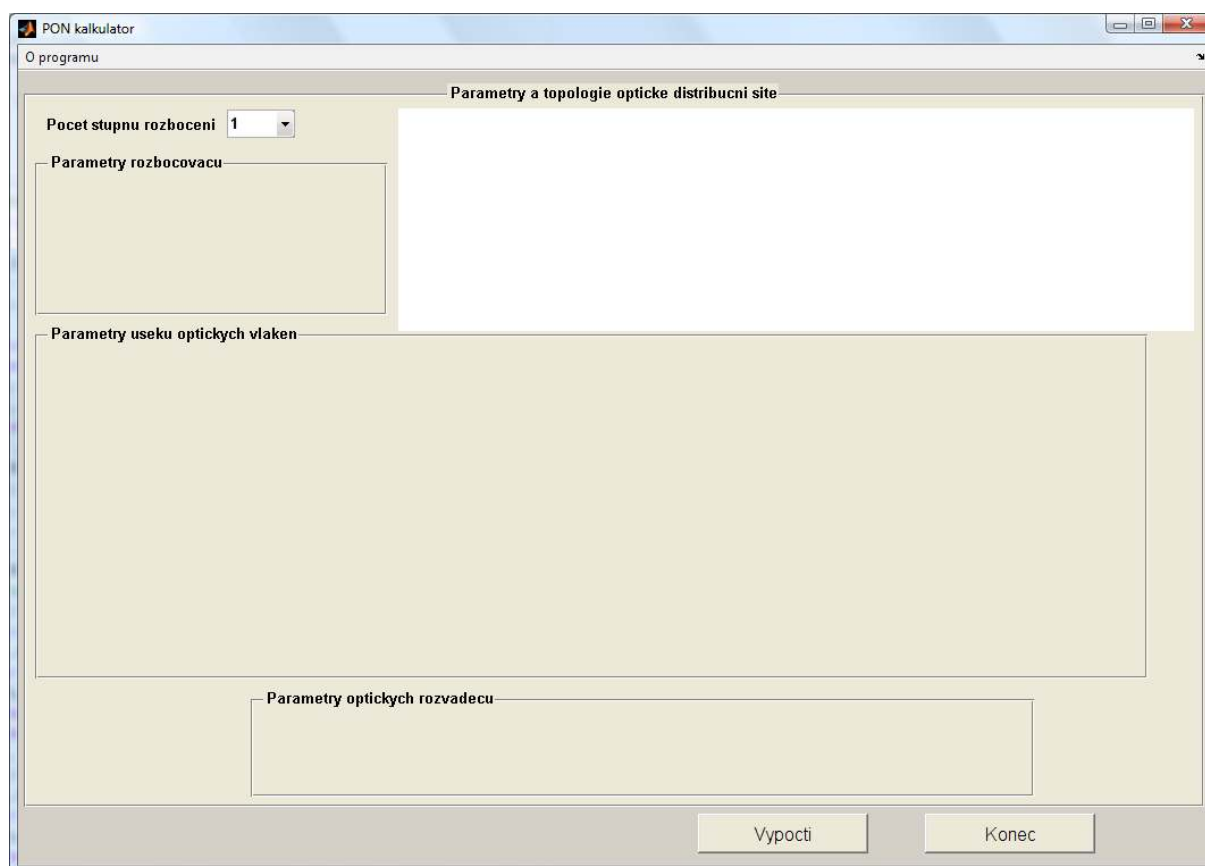
Program vznikl v rámci Výzkumného záměru - Výzkum perspektivních informačních a komunikačních technologií MSM6840770014.

Copyright (C) 2009 České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, Katedra telekomunikační techniky. All rights reserved. Všechna práva vyhrazena.

Úvod

Program slouží pro snadný návrh a kalkulaci útlumu optické distribuční sítě určené pro provoz některé varianty pasivních optických přístupových sítí (PON). Obsahuje množství uživatelských voleb a prostředků pro definování požadované topologie optické sítě a parametrů jednotlivých prvků. Výstupem je přehledná kalkulace na základě zadaných vstupních hodnot a vyhodnocení použitelnosti vzniklé optické sítě pro provoz jednotlivých variant pasivních optických sítí. Výsledek kalkulace je možné vyexportovat do prostředí MS Excel (.xls) pro pozdější zpracování.

Uživatelské rozhraní



Obr. 1: Základní obrazovka programu.

Základní požadavky pro správný chod programu

Program nepotřebuje kromě vlastních souborů načítat žádná externí data. Pouze v případě volby pro vyexportování výsledků do souboru formátu MS Excel je potřeba zajistit právo zápisu na disk.

Vzhledem k tomu, že hlavní okno programu i okna s výslednou kalkulací obsahují větší množství prvků (uživatelských voleb a výsledků), je doporučeno nastavení rozlišení monitoru počítače alespoň 1280x1024. V opačném případě se nemusejí potřebná okna programu zobrazit korektně či celá.

Verze 1.0 TAB (tabulková) využívá k zobrazení výsledků kalkulace pokročilé možnosti prostředí The MathWorks Matlab, zejména tabulek. Tyto funkce jsou však podporovány až od

verze Matlab 2008a včetně a vyšších, ve starších verzích nebude proto program korektně fungovat. Pro starší verze je určena verze TXT (textová), ve které jsou výsledky kalkulace zobrazeny textovým výpisem řádků a sloupců vypočtených matic.

Popis základních ovládacích prvků programu

- Menu **O PROGRAMU** obsahuje dvě položky:
 - Volba **NÁPOVĚDA** zobrazí tuto nápovědu ve formátu .pdf.
 - Volba **VERZE** zobrazí informace o programu – název, pracoviště, kontakt na autora a verzi programu. Tlačítko **OK** slouží pro zavření okna.
- Hlavní volba **POČET STUPŇŮ ROZBOČENÍ** definuje počet stupňů rozbočení sítě a určuje základní topologii optické sítě pomocí počtu kaskádně navázaných optických rozbočovačů. Na výběr jsou možnosti pro jednostupňové, dvoustupňové, třístupňové a čtyřstupňové rozbočení.
- Na základě předchozí volby se v pravé horní části okna **PARAMETRY A TOPOLOGIE OPTICKÉ DISTRIBUČNÍ SÍTĚ** zobrazí zvolená topologie optické distribuční sítě. Ve schématu jsou zakresleny podstatné prvky optické sítě, rozbočovače, úseky optických vláken, optické rozvaděče, konektory a jednotky ONU. Všechny prvky jsou očíslovány a takto označeným prvkům odpovídají následně jednotlivé položky v oblastech pro definici jejich parametrů. Jednotlivé volby topologie optické sítě jsou přiloženy na konci této nápovědy.
- Zvolením požadované topologie se následně na hlavní obrazovce programu zobrazí potřebné nabídky pro definování konkrétních parametrů všech použitých prvků.
- V oblasti **PARAMETRY ROZBOČOVAČŮ** se zobrazí jednotlivé použité rozbočovače 1 až 4, kde pod každým lze individuálně zvolit jeho rozbočovací poměr z definované nabídky (1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, 1:64 a 1:128). Pro nápovědu a zobrazení tabulky s útlumem rozbočovače v závislosti na jeho rozbočovacím poměru slouží tlačítko **NÁPOVĚDA ROZBOČOVAČE**, které je umístěno ve skupině tlačítek v levém dolním rohu hlavní obrazovky programu. Tato tabulka je rovněž přiložena v závěru této nápovědy.
- V oblasti **PARAMETRY ÚSEKŮ OPTICKÝCH VLÁKEN** se nabízí volby pro definici parametrů jednotlivých úseků vláken, ale i globální parametry trasy (konektory, svary, útlumová rezerva a použití vláken s jednotným měrným útlumem α). Tyto podoblasti se zobrazují individuálně na základě zvolené topologie sítě a počtu jejích úseků. V celé topologii distribuční sítě jsou uvažovány pouze 2 dodatečné konektory – jeden pro připojení jednotky OLT a jeden pro připojení koncové jednotky ONU. Vložený útlum konektorů pro připojení rozbočovačů a optických rozvaděčů je již zahrnut v rámci útlumu těchto prvků. Typické hodnoty vloženého útlumu konektorů, svarů, spojek a optických vláken dle doporučení ITU-T G.652 (typy A, B, C, D) lze získat pomocí tlačítek **NÁPOVĚDA OPTICKÁ VLÁKNA** a **NÁPOVĚDA KONEKTORY, SVARY** v levém dolním rohu okna hlavního programu. Výchozí hodnoty vložených útlumů konektorů, svarů, dodatečné rezervy a měrného útlumu vláken jsou nastaveny na typické hodnoty. Tyto tabulky jsou rovněž přiloženy v závěru této nápovědy.
 - Oblast **PARAMETRY SVARŮ, SPOJEK, KONEKTORŮ, REZERVA, JEDNOTNÝ MĚRNÝ ÚTLUM** obsahuje volby pro definování globálních parametrů optické sítě, jako jsou vložené útlumy svarů, spojek a konektorů a hodnota dodatečné útlumové rezervy (rezerva pro korekci vlivu stárnutí, teploty, aj.). Dále pak obsahuje volbu **PRO VŠECHNY ÚSEKY α (1310 NM) STEJNĚ**, pomocí které lze jednoduše a

rychle definovat jednotnou hodnotu měrného útlumu optických vláken, pokud je celá trasa (všechny úseky) tvořena jedním typem optického vlákna.

- o Oblasti **ÚSEK ČÍSLO X** slouží pro definování individuálních parametrů jednotlivých úseků optických vláken – **DÉLKY, MĚRNÉHO ÚTLUMU α (NA VLNOVÉ DÉLCE 1310 NM)** a **POČET SVARŮ**. Číslo úseku vždy odpovídá číselnému označení ve schématu topologie, které je zobrazeno v pravém horní části hlavního okna. Hodnotu měrného útlumu α je vždy potřeba zadat pro vlnovou délku 1310 nm, což je vzestupné vysílací pásmo u pasivních optických sítí. Pásmo sestupné je definováno na vlnových délkách v okolí 1490 nm, a pro toto pásmo optická vlákna vykazují typicky nižší hodnotu měrného útlumu, limitní pro provoz pasivních optických sítí je proto pásmo vzestupné (1310 nm). Položka **POČET SVARŮ** je ve výchozím stavu nastavena na hodnotu 2 s ohledem na nutnost navaření koncových konektorů na jednotlivé úseky vlákna. Pro každý úsek je potřeba zvážit dodatečný počet svarů v závislosti na délce úseku a výrobních délkách použitých vláken.
- Oblast **PARAMETRY OPTICKÝCH ROZVADĚČŮ** se nachází v dolní části okna hlavního programu. Na základě volby topologie distribuční sítě obsahuje možnosti pro definování přítomnosti jednotlivých optických rozvaděčů – **OPTICKÝ ROZVADĚČ ČÍSLO X**, kde číslo rozvaděče odpovídá jeho číselnému označení ve schématu topologie optické sítě. Při potvrzení volby se aktivuje příslušná položka pro definici jeho vložného útlumu.
- Tlačítko **KONEC** slouží k ukončení běhu celého programu, nicméně pokud byla již provedena kalkulace, nebo došlo k otevření některého dalšího okna, zůstanou tyto otevřeny.
- Tlačítko **VYPOČTI** spustí samotnou kalkulaci na základě zvolené topologie a definovaných parametrů použitých prvků.

Popis výsledné kalkulace a jejích ovládacích prvků

- Výsledek kalkulace útlumové bilance je přehledně zobrazen v novém okně pomocí dvojice tabulek (případně jedné tabulky). Každá tabulka obsahuje výčet všech prvků, které se nalézají na zvolené optické trase ve směru od jednotky OLT až k zadané koncové jednotce ONU, společně se zadanými parametry a jejich konečnou kalkulací. Poslední řádek tabulky obsahuje celkovou hodnotu útlumu (suma všech položek) pro zadanou trasu optické sítě. Vzhledem k tomu, že pro provoz pasivní optické sítě je z hlediska útlumu limitní minimální a maximální hodnota útlumu optické sítě, je kalkulace provedena vždy pro nejbližší jednotku ONU 1 (minimální hodnota útlumu) a nejvzdálenější jednotku ONU (2, 3, 4 v závislosti na zvoleném stupni rozbočení).
- Horní z dvojice výsledných tabulek je vždy určena pro nejbližší koncovou jednotku ONU 1 (označená jako minimální hodnota útlumu), spodní tabulka pak pro nejvzdálenější koncovou jednotku ONU (označená jako maximální hodnota útlumu).
- Okno s kalkulací obsahuje vždy tabulku s vyhodnocením použitelnosti zadané optické distribuční sítě pro provoz jednotlivých variant pasivních optických sítí – GPON třída A, třída B, třída C, EPON typ 1 a typ 2. Toto vyhodnocení probíhá na základě zadaných a určených parametrů optické distribuční sítě – maximální počet připojených uživatelů (rozbočovací poměr), maximální délky tras ke koncovým jednotkám ONU, limitní hodnoty útlumu optické distribuční sítě. Tyto hraniční parametry pro všechny varianty lze zobrazit pomocí tlačítka **LIMITY PRO VYHODNOCENÍ** a jsou rovněž přiloženy na konci této nápovědy.

- Tlačítko **EXPORT VÝSLEDKŮ** slouží k uložení aktuálních výsledků kalkulace do souboru s názvem Vysledek.xls ve formátu programu MS Excel. S ohledem na jednotně použitý název souboru je potřeba jej po každém uložení překopírovat ze složky programu, při exportu dalších výsledků dojde k jeho přepsání. Pro korektní uložení je potřeba vždy použít dodaný předformátovaný soubor Vysledek.xls a v prostředí MS Excel nastavit pro oddělování desetinných míst tečku (v případě použití čárky nemusí být kalkulace do souboru korektně uložena).

Instalace a spuštění programu

Program byl vytvořen v prostředí Matlab 2008a a byl otestován v nejběžněji používaných vyšších verzích programu Matlab (R2008a, R2008b). Pro úspěšné používání programu je vyžadováno nainstalované prostředí Matlab verze alespoň 2008a, případně libovolná vyšší. V případě, že uživatel nemá uvedené prostředí, je nutné nejdříve na cílový počítač nainstalovat výpočetní jádro Matlab MCR (Matlab Component Runtime).

Vzhledem k vzájemné nekompatibilitě jednotlivých verzí programu Matlab, je na simulačním serveru <http://matlab.feld.cvut.cz> v sekci Ke stažení, k dispozici verze simulačního programu Matlab R2008a. Stažení jednotlivých verzí tohoto programu nebo prostředí MCR je možné až po zaregistrování do seznamu uživatelů a čtenářů serveru.

Instalace MCR a spuštění programu v systému Windows

Soubory nutné pro správnou činnost simulačního programu:

PON_kalkulator.zip Archiv, který obsahuje: vlastní program (PON_kalkulator.exe .ctf) a soubor Vysledek.xls pro uložení výsledků kalkulace do prostředí MS Excel

MCRInstaller.exe Instalátor výpočetního jádra Matlab

Instalace MCR se sestává ze dvou kroků:

- instalace MCR
- nastavení a kontrola proměnné PATH prostředí Windows

Instalace probíhá standardním postupem za pomoci instalátoru. Uživatel definuje složku, do které se má MCR instalovat a také to, zdali se bude MCR instalovat pro všechny uživatele v systému nebo pouze pro aktuálně přihlášeného. Pro úspěšnou instalaci musí mít uživatel v instalační složce práva pro zápis.

Po instalaci MCR je vhodné zkontrolovat, zdali instalátor přidal do systémové proměnné prostředí PATH následující cestu "<mcr_root>\<ver>\runtime\win32", pokud tato cesta nebyla přidána, je potřeba tak učinit ručně:

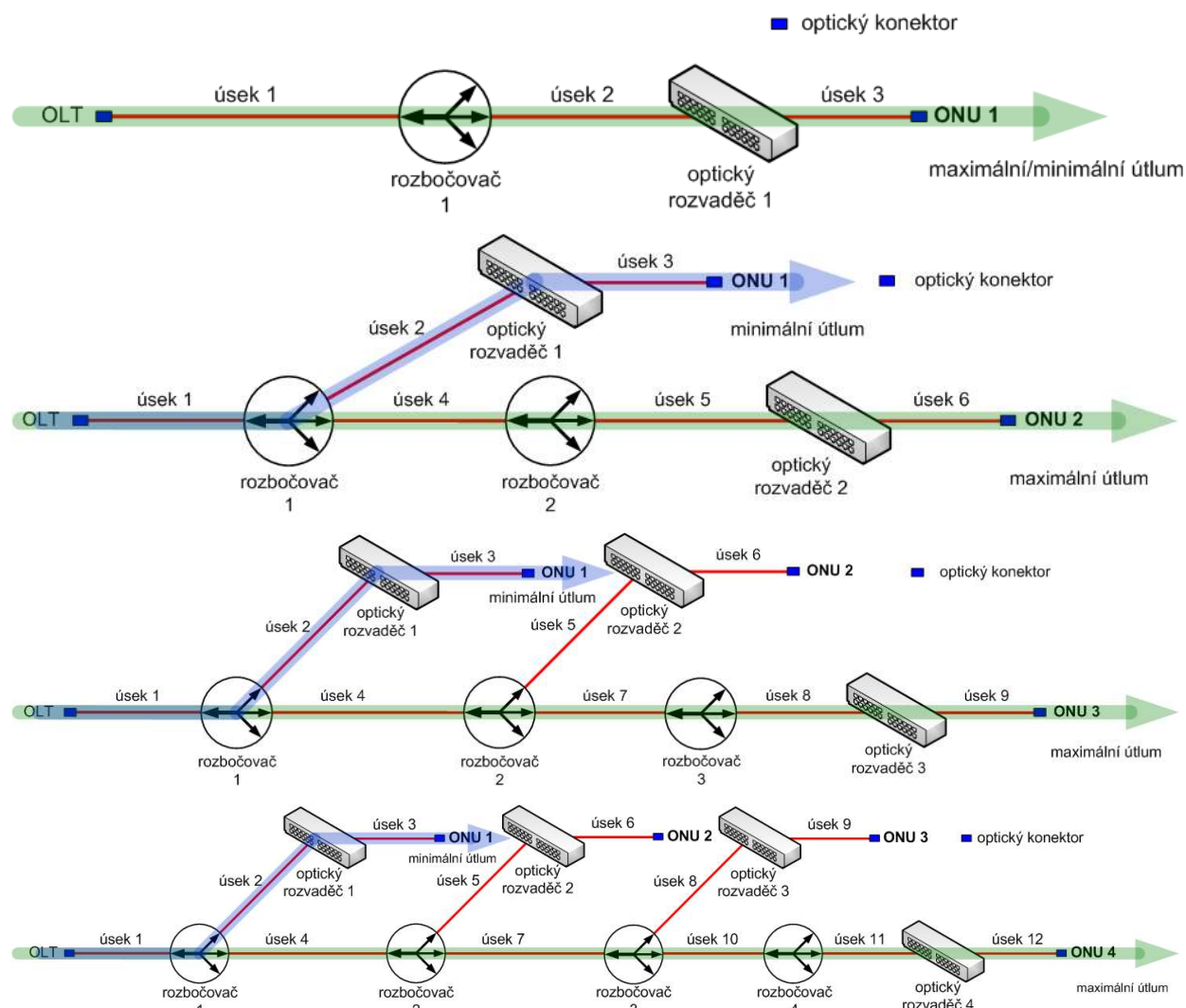
- <mcr_root> je složka, která byla zvolena pro instalaci MCR
- <ver> je verze MCR

Pro spuštění programu je potřeba, aby byly jednotlivé části archivu rozbaleny do jedné složky. Simulační program je spuštěn dvojím kliknutím na soubor PON_kalkulator.exe.

Závěr

Autor by touto cestou rád poděkoval zejména doc. Ing. Jiřímu Vodrážkovi, Ph.D., za cenné rady a připomínky v průběhu vývoje programu a Ing. Petru Jarešovi, Ph.D. za pomoc při konečné úpravě programu a jeho zveřejnění. Autor rovněž uvítá jakýkoliv hodnotný podnět ohledně vylepšení funkcí programu či opravy zjištěných chyb, nejlépe na e-mailovou adresu uvedenou v informačním okně s verzí programu.

Obrazová příloha



Obr. 2-5: Definované topologie optické distribuční sítě s vyznačením maximální a minimální útlumové trasy.

Rozbočovací poměr (1:N)	1:2	1:4	1:8	1:16	1:32	1:64	1:128
Útlum rozbočovače [dB]	3,9	7,4	10,8	14,1	17,3	18,5	21,7

Obr. 6: Tabulka útlumu rozbočovačů v závislosti na jejich rozbočovacím poměru.

Typ konektoru, spoje	FC	ST	SC	E2000	svar	spojka
Typická hodnota vložného útlumu [dB]	0,2	0,4	0,2	0,2	0,05	0,2

Obr. 7: Tabulka typické hodnoty vložného útlumu konektorů, svarů a spojek.

Typ optického vlákna dle ITU-T G.652	A	B	C	D
Max. hodnota měrného útlumu α [dB/km] pro 1310 nm	0,5	0,4	0,4	0,4

Obr. 8: Tabulka hodnoty měrného útlumu optických vláken typů A, B, C, D dle ITU-T G.652.

varianta PON	GPON (třída A, B, C)	EPON typ 1	EPON typ 2
max. počet uživatelů	64	16	32
logický/fyzický dosah sítě [km]	60/20	10/10	20/20

Varianta PON		Rozsah útlumu ODN [dB]
GPON	třída A	5-20
	třída B	10-25
	třída C	15-30
EPON typ 1		5-20
EPON typ 2		10-24

Obr. 9: Limitní parametry jednotlivých tříd a typů GPON a EPON sítí.