Využití Maple v matematického modelování

V této výukové jednotce shrneme základy využití Maple v matematického modelování biologických systémů, aby si studenti uvědomili jak jej výhodně využívat v matematickém modelování a pochopili, proč využívat vlastností Maple a jeho webového systému MapleCloud a palet Component a MapleCloud v zápisnících a dokumentech Maple k nalezení, modelování a simulaci řešení chování zkoumaného systému. Soustředíme se na pochopení webového rozhraní systému MapleCloud a interaktivního dynamického modelování s využitím komponent z palety Component a MapleCloud s možností napojení na systém MapleCloud, které umožňující každému uživateli se zaregistrovat na webu na adrese http://maplecloud.maplesoft.com/.

Jakýkoli Maple dokument v MapleCloud umožňuje využívat interaktivní komponenty z palet Components prostřednictvím grafického rozhraní (GUI – Graphic User Interface), jako jsou grafy, posuvníky, číselníky, matematická vstupní a výstupní pole, která lze interaktivně využívat a nejen prohlížet, a to i těmi uživateli, kteří nemají Maple. Každý uživatel, který má instalován Maple může své matematické aplikace (zápisníky a dokumenty) v Maple použít pomocí systému MapleCloud a podělit se o ně s kýmkoliv, kdo je zaregistrovaný v systému MapleCloud. Takto lze řešit a zkoumat stovky nejrůznějších řešených úloh v Maple, provádět výpočty a simulace a vizualizovat výsledky řešení v 2-D, 3-D grafech a animaci.

Výstupy v této výukové jednotce budou pro studenty následující:

1. seznámí se základními předpoklady využití Maple a webového systému MapleCloud a včetně možností interaktivního využití položek Component a MapleCloud z PALETY Maple;
2. dokáží popsat základní způsoby matematického modelováni s využitím Maple a MapleCloud a ukázat je na příkladech;
3. seznámí se s možnostmi řešení modelu problému, simulace jeho řešení a jeho vizualizace s využitím Maple, palet Component a MapleCloud a systému MapleCloud;
4. umí popsat jak řešit model, případně je modifikovat v Maple a MapleCloud.

Slovo úvodem

Systém Maple je výkonný program vhodný k řešení komplexních matematických problémů. Patří do skupiny systémů počítačové algebry, umožňuje symbolické i numerické výpočty a slouží především k vytvoření speciálních dokumentů, prezentací, interaktivních výpočetních modulů v prostředí Maple. Systém Maple též obsahuje komponenty podporující výuku matematiky.

Výrobcem systému je kanadská společnost Maplesoft Inc., jejíž webové stránky (www.maplesoft.com) poskytují široké informace o systému a jeho dalších příbuzných programech jako je MapleSim (www.maplesoft.com/products/Maplesim/), Maple T.A. (www.maplesoft.com/products/Mapleta/), Möbius Project (www.maplesoft.com/products/mobiusproject/), Maplesoft Engineering Solutions services (www.maplesoft.com/products/proservices/) a mnoho dalších nástrojů a programů. Webové stránky Maplesoftu mimo jiné obsahují tzv. Aplikační centrum (www.maplesoft.com/applications/) z nějž si může každý zaregistrovaný uživatel stáhnout ukázkové programy demonstrující použití systému Maple při řešení mnoha různých matematických i technických problémů. Na webových stránkách je i tzv. Studentské centrum (www.maplesoft.com/studentcenter/), kde si zaregistrovaný student může stáhnout mnoho studijních materiálů a dále je zde tzv. Učitelské centrum (www.maplesoft.com/TeacherResource/), kde jsou videa výukových příklady a ke stažení dokumenty, jejichž cílem je pomáhat učitelům naučit studenty matematické koncepty rychleji a s větším porozuměním. Zde uvedené příklady zahrnují např. diferenciální a integrální počet jedné a více proměnných, řešení soustav lineárních, diferenčních, diferenciálních a integrálních rovnic, úlohy

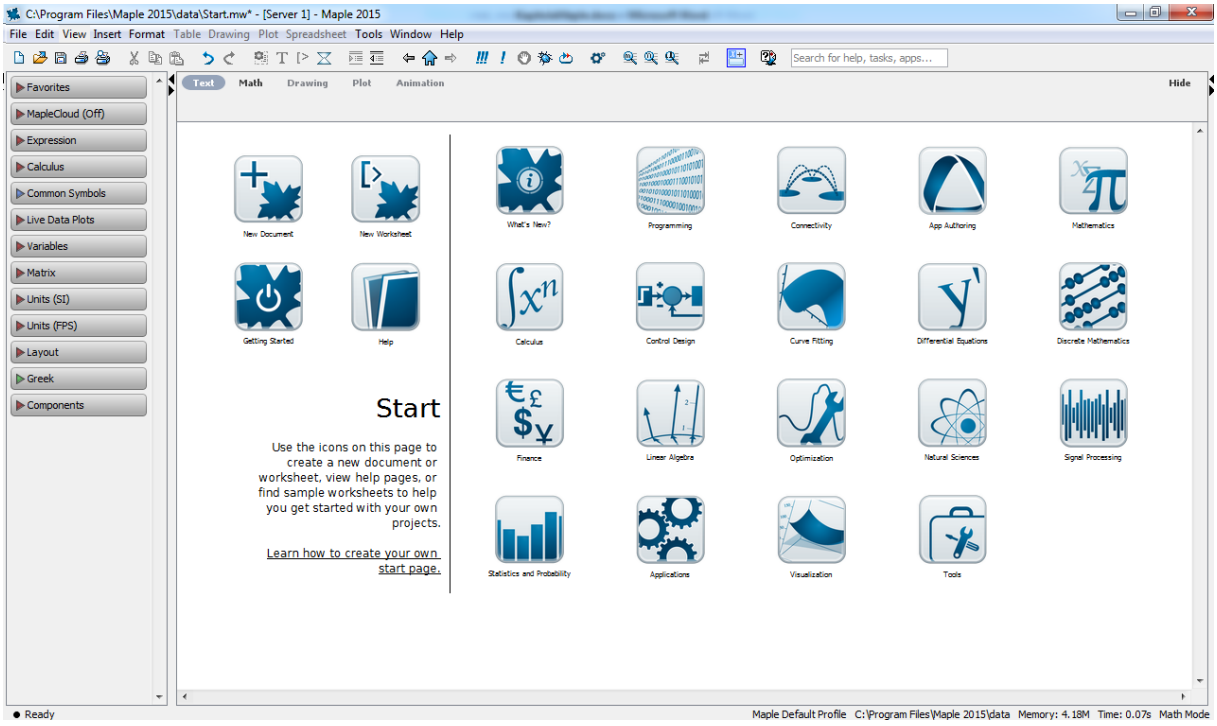
lineární algebry a vektorového počtu.

Maple obsahuje více než tisíc symbolů, pomocí nichž můžeme tvořit matematické výrazy a typograficky kvalitní text. Patří mezi ně písmena a číslice, jimiž vytváříme jména (posloupnost znaků začínající písmenem, za kterým může následovat kombinace písmen, čísel a vybraných symbolů), reálná čísla (celá, racionální, iracionální, s desetinou tečkou nebo v notaci pohyblivé řádové čárky), komplexní čísla, aritmetické, booleovské a jiné operátory (+, –, !, /, *, ∫, lim, ...), konstanty (π, e, ...), imaginární jednotku, ∞ (nekonečno), matematické funkce (cos(x), sin(x), ...) a proměnné (pojmenované jménem ...). Velkou předností systému Maple je jeho schopnost jak symbolických matematických výpočtů, tak i numerických výpočtů.

V následujícím textu se budeme stručně zabývat dosud poslední verzí Maple 2015, podrobnější popis funkcí Maple je uveden v knize Úvod do matematického modelování s využitím Maple[1] na Elportálu E-learning na Masarykově univerzitě [1].

Spuštění Maple

Se systémem Maple je možné pracovat několika různými způsoby, které volíme při jeho spuštění ze startovacího menu počítače nebo kliknutím na příslušnou ikonu na ploše. Grafické uživatelské prostředí Maple se spustí ze startovacího menu počítače výběrem položky Programy > Maple 2015 > Maple 2015 nebo kliknutím na ikonu Maple 2015 na ploše, které otevře startovací výpočetní prostředí Maple, obr. 3.1, které budeme nazývat zápisník.



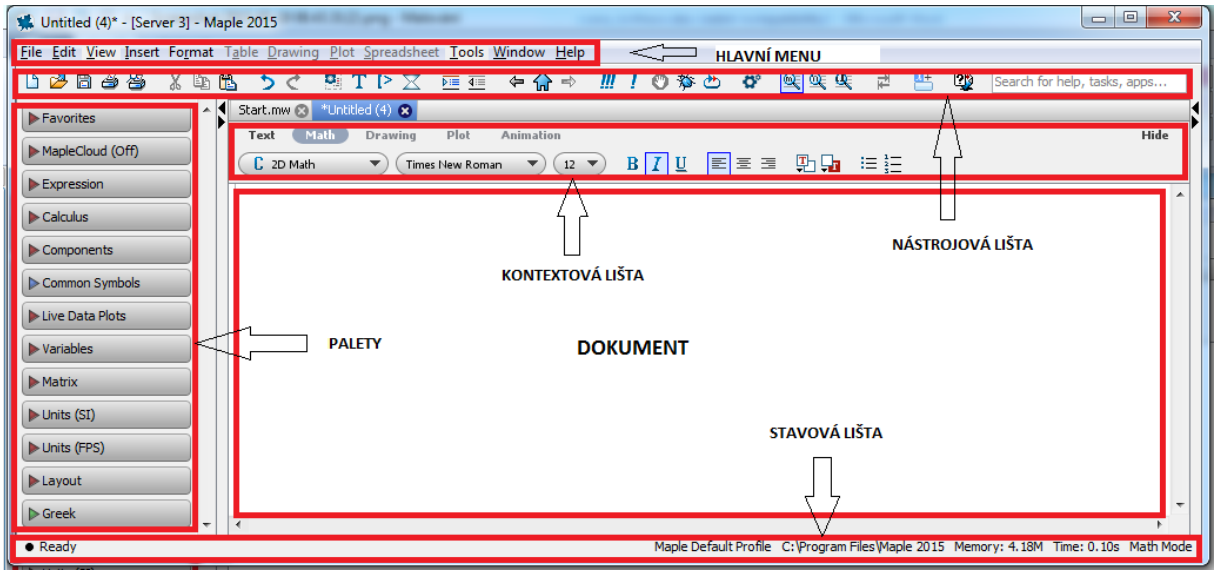
Obrázek 3.1: Startovací výpočetní prostředí Maple

Uživatel si může zvolit v zápisníku výpočetní režim Maple; jednak **Document Mode** (New Document), jednak **Worksheet Mode** (New Worksheet), nebo nápovědu pro začátečníky v Maple (**Getting Started**), případně komplexní systém nápovědy (**Help**). Zkušenější uživatelé si mohou zvolit již oblast konkrétních aplikací (např. **Calculus, Curve Fitting** atd.) nebo novinek v Maple 2015 (**What's New?**).

Menu zápisníku Maple má tři vodorovné lišty: HLAVNÍ MENU (zcela nahoře), NÁSTROJOVOU LIŠTU (pod hlavním menu) a KONTEXTOVOU LIŠTU (pod nástrojovou lištou), obr. 3.2. Zápisník Maple dále

[1] http://is.muni.cz/elportal/?id=930553

obsahuje PALETY (svislý blok na levé straně[2]), vlastní pracovní pole – DOKUMENT, do nějž zadáváme příkazy, texty, provádíme výpočtové a grafické operace, a STAVOVOU LIŠTU (zcela dole), kde je vidět kolik vnitřní paměti zabírá program Maple a čas výpočtu v zápisníku. Vlastní pracovní pole je možné zobrazit přes celou obrazovku skrytím palet a všech lišt (kromě hlavního menu) kliknutím na příslušné položky v záložce View hlavního menu.

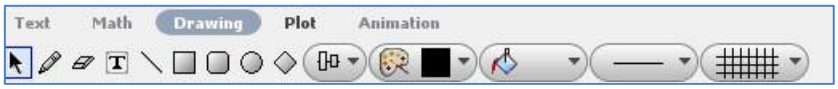


Obrázek 3.2: Výpočetní prostředí Maple

KONTEXTOVÁ LIŠTA nabízí celkem pět režimů **Text**, **Math** (matematika, obr. 3.2) **Drawing** (kreslení, obr. 3.4), **Plot** (kreslení, obr. 3.5, 3.6) a **Animation** (animaci, obr. 3.7). Každý z nich má jinou funkci, která napovídá jeho název, například v režimu **Text** je uživatel schopen přizpůsobit styl písma, jeho velikost (obr. 3.3.):

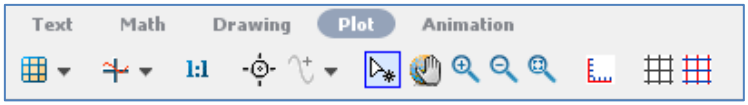
Obrázek 3.3 Menu v režimu **Text**

V režimu **Drawing** (obr. 3.4) malovat schémata a obrázky:

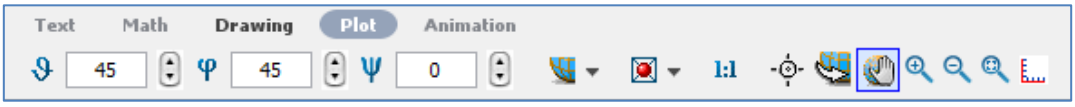


Obrázek 3.4 Menu v režimu **Drawing**

nebo zatímco režimu **Plot** je možné zobrazovat a modifikovat 2-D a 3-D grafy (viz obr. 3.5, 3.6):



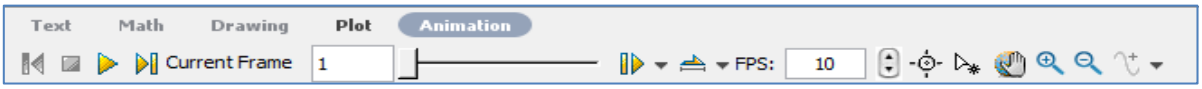
Obrázek 3.5 Menu v režimu **Plot** pro 2-D grafy



Obrázek 3.6 Menu v režimu **Plot** pro 3-D grafy

[2] Palety se automaticky zobrazují v levém bloku. Prostředí systému nabízí blok pro palety i po pravé straně obrazovky (automaticky zavřený), kam je možné některé (ale i všechny) přesunout.

V režimu **Animation** je možné modifikovat animaci v grafech (viz obr. 3.7):



Obrázek 3.7 Menu v režimu **Animation**

Podrobnější popis výše uvedených režimů KONTEXTOVÉ LIŠTY lze nalézt v systému nápovědy Maple, (Getting Started→Menus→Toolbar Menu).

Výpočetní režimy Maple

Zápisník Maple má dva výpočetní režimy: **Worksheet Mode** a **Document Mode**, které je možno volit pomocí záložky File v HLAVNÍM MENU, viz obr. 3.2.

V prostředí **Worksheet Mode** je každý příkaz Maple uvozen symbolem [> a musí být ukončen dvojtečkou (výsledek se nezobrazí) nebo středníkem (výsledek se zobrazí na dalším řádku uprostřed). Otevírá se v hlavním menu zvolením File > New > Worksheet Mode.

Režim **Document Mode** poskytuje přehlednější zápis příkazů a matematických vzorců bez „přebytečných“˙ symbolů. Při otevření nového souboru z NÁSTROJOVÉ LIŠTY je automaticky spuštěn právě tento režim, jinak je možné jej též otevřít z hlavního menu v položce File > New nebo současným stisknutím kláves Ctrl a N.

Obvykle je výpočetní prostředí zápisníku Maple nastaveno do jednoho režimu, který je možné zvolit při otevírání nového souboru v hlavním menu (File > New > ...). Existuje však i možnost přepínat mezi režimy v rámci jednoho prostředí Maple, kdy je část vytvořena v jednom režimu, část v jiném. Z režimu **Document Mode** se přepne do režimu **Worksheet Mode** kliknutím na ikonku [> v NÁSTROJOVÉ LIŠTĚ, viz obr. 3.2. Naopak z režimu **Worksheet Mode** se do režimu **Document Mode** přepne výběrem položky v HLAVNÍM MENU (Format > Create Document Block).

Pro rozlišení příkazů a obyčejného textu v režimu **Document Mode** slouží KONTEXTOVÁ LIŠTA zápisníku, viz obr. 3.2, kde máme na výběr režimy **Text** (obr. 3.3) a **Math** (obr. 3.2). Režim **Math** odpovídá příkazům Maple v režimu **Worksheet Mode** (po stisku klávesy Enter dojde k jejich vyhodnocení), v režimu **Text** píšeme texty dokumentu podobně jako např. v textovém editoru **Word** (po stisku klávesy Enter přejdeme na nový řádek bez jakéhokoli vyhodnocení).

Volit režim zápisu v zápisníku Maple můžeme buď kliknutím myši (v KONTEXTOVÉ LIŠTĚ nad dokumentem jsou uvedeny názvy představující jednotlivé možnosti, viz obr. 3.2) nebo výběrem položky v HLAVNÍM MENU (Edit > Switch to Text Mode pokud jsme v režimu **Math** nebo Edit > Switch to Math Mode když jsme v režimu **Text**). Totéž lze rychleji provést stisknutím klávesy F5.

V režimu **Worksheet Mode** lze pro text i pro příkazy v zápisníku Maple použít oba druhy zápisu. Pro psaní textu je nutné kliknout na ikonku T v NÁSTROJOVÉ LIŠTĚ nebo zvolit položku v HLAVNÍM MENU (Insert > Text). Podobně pro zápis příkazů Maple v zápisníku je nutné kliknout na ikonku [> v NÁSTROJOVÉ LIŠTĚ nebo zvolit položku v HLAVNÍM MENU (Insert > Maple Input).

Při otevření nového souboru v kontextovém menu je výpočetní prostředí Maple automaticky nastaveno na psaní příkazů v režimu **Document Mode** a **Math**.

K příkazům Maple máme možnost zapisovat komentáře, a to uvedením symbolu mřížky (#) před text, který má být komentářem.

Operace se zápisníky (dokumenty) Maple

Již víme, jak spustit Maple a jak zvolit výpočetní režim v zápisníku, který chceme používat. Otevřít již vytvořený zápisník můžeme z HLAVNÍHO MENU (File > Open ...) nebo jeho spuštěním rovnou z operačního systému (případně nějakého souborového manažeru).

Když chceme vytvořený Maplovský program uložit, zvolíme položku File > Save (resp. File > Save As) v HLAVNÍM MENU. Programy prostředí standardního zápisníku (Standard Worksheet) mají příponu **.mw**, programy prostředí klasického zápisníku (Classic Worksheet) mají příponu **.mws**. Klasickými zápisníky se nebudeme pro jednoduchost zabývat. Maple umožňuje otevřít oba typy souborů.

Maple poskytuje také možnost exportovat Maplovský program (zápisník) jako soubor s formátem jiného typu. Podporovány jsou typy: HTML (.html,.htm), PDF (.pdf) , LaTeX (.tex), Maple Input (.mpl), Maplet (.maplet), Maple Text (.txt), Plain Text (.txt), Maple T.A. (.zip) a Rich Text Format (.rtf). Pro export programu vybereme v HLAVNÍM MENU (File > Export As …) z vyskakovacího okna knihovnu, kam chceme zápisník uložit a příslušný formát.

Maplovský zápisník lze uložit také do prostředí MapleCloud na serveru v Maplesoftu (Googlu), když zvolíme v HLAVNÍM MENU (File > Save to Cloud). K tomu je však třeba, aby se uživatel nejprve stal členem komunity uživatelů produktů Maplesoftu a zaregistroval se na webovské adrese (www.maplesoft.com/Members/sign_up_form.aspx) a tím získal úplný přístup k sdílení dokumentů Maple, zápisníků Maple a aplikací s ostatními uživateli na Internetu i v případě, že nemají Maple.

Základní ovládání systému Maple

Nyní si ukážeme, jak v systému Maple zadávat jednoduché příkazy pro symbolické a numerické výpočty. Budeme proto předpokládat, že zápisník je již nastaven pro psaní příkazů (**Math Mode**).

Základní operace: pro sčítání používáme symbol plus (+), pro odčítání mínus (–), pro násobení (*), ale pozor, pro dělení musíme používat pouze lomítko (/), dvojtečka (:) má jiný význam (viz dále).

Maple provádí základní operace přesně nad celými čísly, zlomky (racionálními čísly) které zobrazuje přesně a vybranými iracionálními čísly (např. mocniny celých a racionálních čísel, Ludolfovým číslem π, Eulerovým číslem e atd.).

Zlomek zadáme v zápisníku Maple tak, že zadáme čitatel, lomítko (/) a jmenovatel nebo použijeme paletu Expression. Pro opuštění zápisu jmenovatele stačí stisknout šipku doprava (ve zlomku je též možno pohybovat se šipkami).

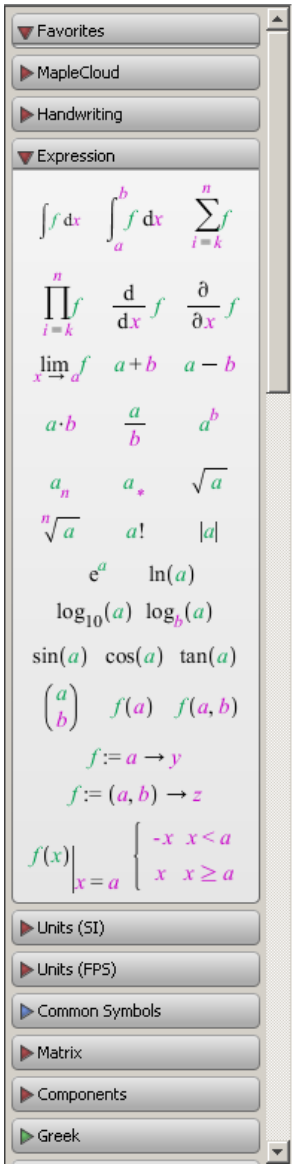
Mocniny zadáme v zápisníku Maple tak, že zadáme základ a symbol stříška (^) nebo (**) a exponent nebo použijeme paletu Expression. Pro opuštění zápisu exponentu je opět možné použít šipku doprava.

Některé z matematických symbolů, které můžeme použít, nejsou na klávesnici, a tak se zadávají buď z PALETY nebo pomocí svých názvů[3]

Příkazy v zápisníku vyhodnotíme stiskem klávesy Enter. Výsledek se zobrazí na dalším řádku uprostřed a na pravé straně pole DOKUMETu se objeví jeho číslo v závorce. V dřívějších verzích Maple bylo nutné příkaz ukončovat středníkem, aby se provedl. Tato možnost nadále zůstala (tj. zadáme-li za příkaz středník, „nic nepokazíme“) a v některých situacích je dokonce jediná možná – např. textový režim (Text Mode) příkazů v režimu **Worksheet Mode**. Z předešlých verzí Maple se uchovala i funkcionalita symbolu dvojtečka (:), která po zařazení za příkaz a následného stisku klávesy Enter potlačí zobrazení výsledku na dalším řádku (tj. příkaz se provede, ale na obrazovku se nic nevypíše). Proto není možné dvojtečku používat jako operátor dělení.

V režimu **Document Mode** je navíc možné zapisovat příkaz i s výsledkem na jeden řádek. Po napsání příkazu k tomu stačí namísto stisku klávesy Enter stisknout současně klávesy Ctrl a =.

[3] http://is.muni.cz/elportal/?id=930553



Jak bylo zmíněno dříve, interaktivní dokumenty v Maple jsou „živé“. Tím máme na mysli skutečnost, že i v dříve vytvořeném programu s vyhodnocenými příkazy, který se otevře po libovolně dlouhé době můžeme kterýkoli výraz upravit, znovu vyhodnotit (stisknout Enter nebo Ctrl a =) a dostaneme nový (správný) výsledek. Označíme-li myší několik (libovolně mnoho) příkazů a stiskneme ikonku ! (vykřičník) z NÁSTROJOVÉ LIŠTY, všechny označené příkazy budou postupně vyhodnoceny. K vyhodnocení všech příkazů v celém zápisníku slouží ikonka !!! (tři vykřičníky) v NÁSTROJOVÉ LIŠTĚ.

K zadávání příkazů v zápisníku slouží jednotlivé PALETY zpravidla při levém okraji zápisníku (viz obr. 3.2). Palety jsou pojmenované „obdélníčky“ s nabídkou předdefinovaných symbolů, zápisů, výrazů apod. (obr. 3.8).

Každá paleta obsahuje symboly příslušné skupiny. Například paleta s názvem MapleCloud nabízí nejrůznější dokumenty (zápisníky) ze severu MapleCloud, paleta Expression nabízí některé základní matematické výrazy, paleta Greek písmena řecké abecedy, paleta Matrix umožňuje vkládat do zápisníku matice, paleta Components umožňuje vkládat do zápisníku interaktivní komponenty, které sdílí mezi sebou data atd. Standardně zůstává několik palet nezobrazených. V HLAVNÍM MENU (View > Palettes) můžeme seznam zobrazených palet upravit tím, že některé přidáme, odebereme, ale třeba i jinak seřadíme. Totéž lze provést jen za pomoci myši. Přidržením levého tlačítka myši vybranou paletu přesuneme na jiné místo, stisknutím pravého tlačítka vyvoláme stejnou nabídku, jako bychom postupovali přes HLAVNÍ MENU. Kliknutí levého tlačítka myši na některou z palet se zobrazí (příp. skryjí) symboly, které paleta nabízí.

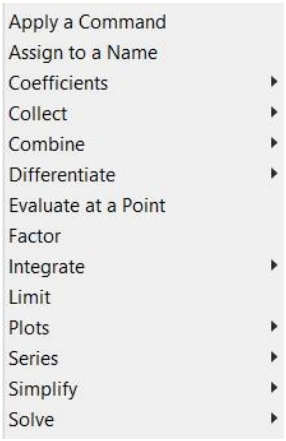
Vložit z palety symbol do zápisníku pak stačí pouhým kliknutím, případně jeho „přetáhnutím“ s pomocí levého tlačítka myši. Speciální roli při zápisu matematických výrazů má paleta Expression, viz obr. 3.8. Obecné barevně zvýrazněné symboly z výrazu z palety Expression je možné dále v zápisníku specifikovat (upravovat) dosazením příslušných hodnot (výrazů, textů, symbolů, čísel atd.), s nimiž potřebujeme pracovat.

Obrázek 3.8: Palety

Mimo palet můžeme k zápisu symbolů užívat jejich názvů. Například symbol π vložíme zapsáním jeho názvu Pi, pro odmocninu je vyhrazen název `sqrt`, takže √x vložíme napsáním `sqrt(x)`. Při vkládání symbolů pomocí názvů nebo při tvorbě příkazů se může hodit funkce „dokončování“. Pro zadání symbolu pak stačí napsat jeho úvodní písmeno (písmena) a pomocí klávesy Esc nebo současným stiskem kláves „Ctrl a mezerník“ následně z vyskakovacího okénka zvolit požadovaný příkaz.

Kontextové menu v zápisníku

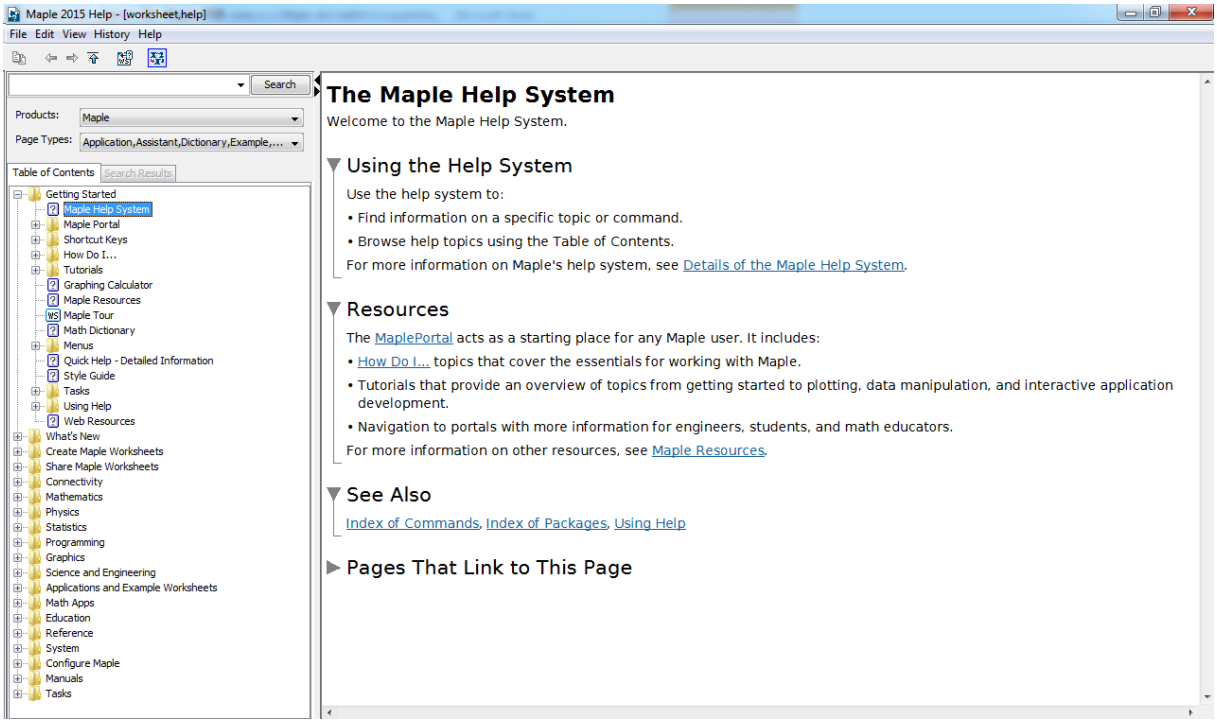
Kontextové v zápisníku je funkce Maple, která je generována dynamicky v závislosti jaký matematický objekt nebo výraz je vybrán zápisníku. Tj. vyvolá se označením konkrétní položky (matematického objektu nebo výrazu) a stiskem pravého tlačítka myši, které vyvolá vyskakovací okno „pop-up“ se seznamem funkcí (obr. 3.9), které nabízí například uživateli získat koeficienty výrazu, derivovat jej vzhledem k zvolené proměnné, zobrazit jeho graf a mnoho dalších. Podrobnější dokumentace o kontextové menu je uvedena v nápovědě **Help**, kterou vyvoláme z HLAVNÍHO MENU a zvolením Getting Started → Menus → Context-Sensitive menu.



Obrázek 3.9: Část seznamu kontextového menu

Nápověda

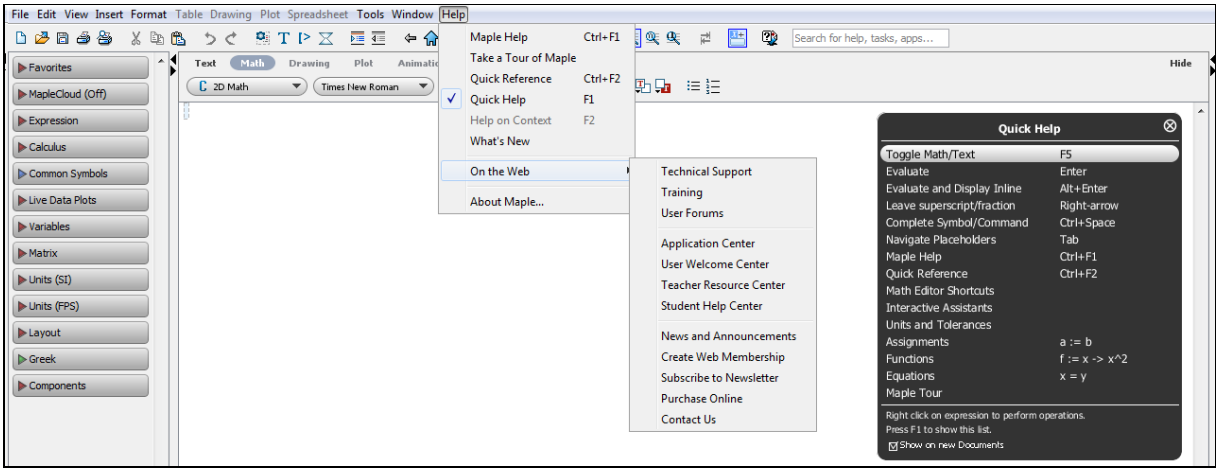
Pokud nevíme jak zadávat v zápisníku příkazy, texty, provádět výpočty a zobrazovat grafy, tak využijeme nápovědy (**Help**) kterou vyvoláme z HLAVNÍHO MENU (Help > Maple Help) nebo současným stisknutím kláves Ctrl a F1. Tím se vyvolá hlavní menu nápovědy, viz obr. 3.10.



Obrázek 3.10: Hlavní obrazovka systému nápovědy

Vyhledávat informace v nápovědě lze buď zadáním hledaného textu do textového pole v levé horní části okna (na obr. 3.10 je toto pole prázdné), nebo tematickým vyhledáváním ve stromové struktuře témat v levé části okna (na obr. 3.10 je rozbalena nápověda Getting Started a v ní témata Maple Portal, Shortcut Keys, How Do I … atd.) a popis Maple Help System je v pravé části okna.

Položka **Help** HLAVNÍHO MENU poskytuje ještě několik dalších forem nápovědy, kde položka Take a Tour of Maple zobrazí interaktivní přehled systému Maple (jeho nejdůležitějších prvků). Kliknutí na položku Quick Reference se otevře tabulka informací o ovládání Maple, zejména pro nové uživatele. Jedná se o základní informace s odkazy do nápovědy Maple Help pro jejich případné doplnění.



Obrázek 3.11: Nápověda Help

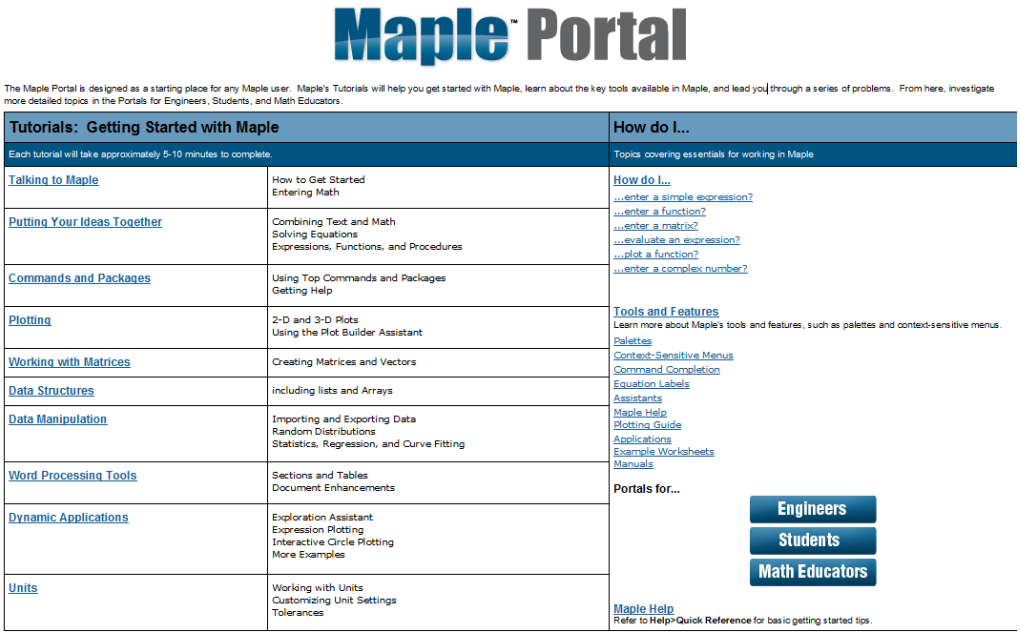
Položka Quick Help nabízí ještě stručnější tabulku než předchozí nápověda. Standardně se objevuje v každém novém zápisníku při pravé straně v podobě černého okénka (pokud toto nastavení nezrušíme). Po zavření je možné ji vyvolat stiskem klávesy F1, či jako položku v HLAVNÍM MENU.

Další položkou je What's New která uvádí přehled rozšíření stávající verze Maple oproti předcházející verzi. Poslední velmi užitečná položka je On the Web, která umožňuje čerpat podle daného linku informace z webu, viz obr. 3.11, když klikneme např. na Application Center tak se otevře webová stránka (www.maplesoft.com/applications/?p=maple2015) apod.

Maple Portal

Nápověda obsahuje velmi užitečnou stránku Maple Portal. Spustit ji můžeme přes nápovědu v HLAVNÍHO MENU (Help > Maple Help), a vybrat je z otevřeného menu Getting Started (obr. 3.10).

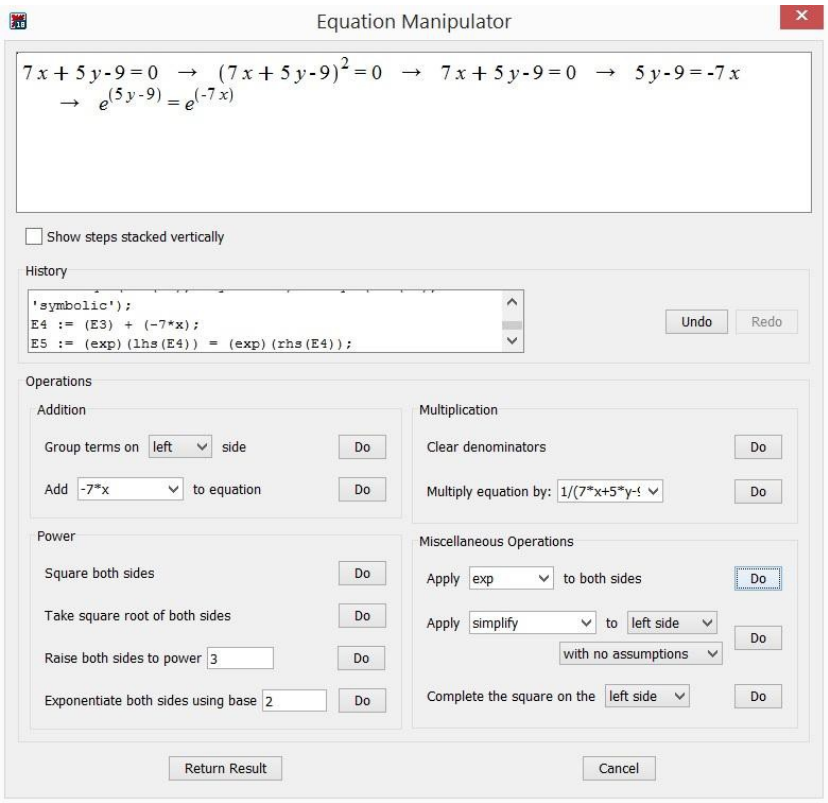
Maple Portal je navržen jako startovní místo pro všechny uživatele Maple. Pomůže jim začít s užíváním Maple, dozvědět se o základních nástrojích, které jsou k dispozici a provede je řadou řešených úloh. Odtud jsou odkazy na podrobnější témata v Portálu pro inženýry (Engineers), studenty (Students) a matematické pedagogy (Math Educators), viz obr. 3.12.



Obrázek 3.12: Maple Portal

Maple poskytuje nápovědu tzv. „pomocné nástroje“ (**Tools**) pro řešení úloh. Jsou to: Pomocníci (**Assistants**), Matematické aplikace (**Math Apps**), Instruktoři (**Tutors**) a Úlohy (**Tasks**), které vyvoláme z HLAVNÍHO MENU (Tools > Assistants, Tools > Math Apps, Tools > Tutors a Tools > Tasks).

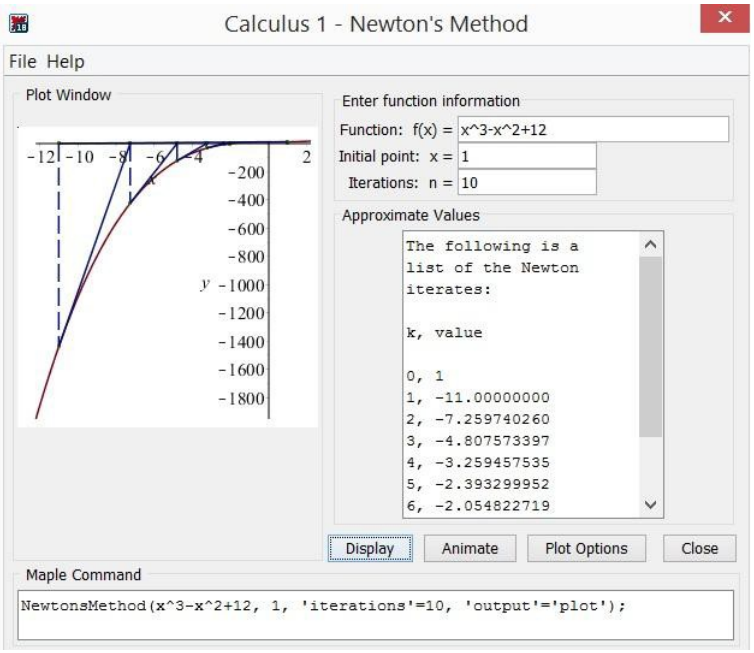
Pomocníci (**Assistants**) obsahují například nástroje pro hledání funkční závislosti v datech, optimalizaci funkcí, řešení diferenciálních rovnic a další. Pro daný typ úlohy mají implementováno několik často používaných algoritmů. Po vyvolání provedou uživatele nastavením a specifikací parametrů úlohy a zvolenou metodou úlohu vyřeší. Při vyvolání příslušného pomocníka se otevře nový zápisník Maple nebo okno s jeho vlastním uživatelským rozhraním (GUI). Na obr. 3.13 je uveden příklad pomocníka Equation Manipulator, demonstrující řešení pomocníka pro manipulaci s rovnicí 7x+5y-9=0.



Obrázek 3.12: Assistent manipulátor s rovnicí 7x+5y-9=0.

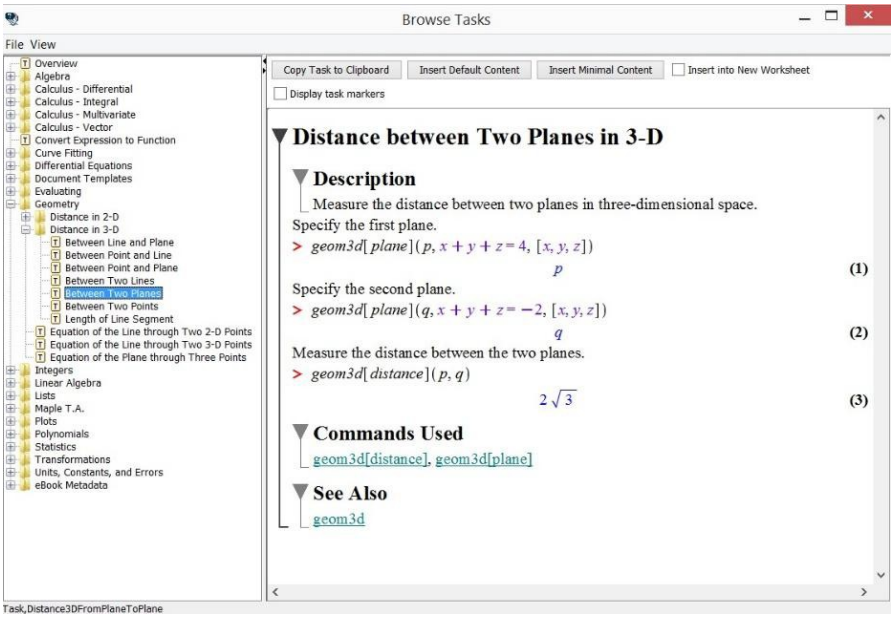
Matematické aplikace (**Math Apps**) ilustrují různé řešené matematické a vědecké úlohy v zápisníku, který se po vyvolání **Math Apps** otevře a umožňují v něm rychlou navigaci v těchto matematických aplikacích. Kliknutím na ikonu zvolené aplikační oblasti se otevře odpovídající zápisník Maple.

Instruktoři (**Tutors**) provedou uživatele řešenou problematikou pomocí jednoduchých názorných příkladů a nabízí podrobné vysvětlení ke konkrétním tématům, které mohou být užitečné například pro studenty, kteří chtějí pochopit celý proces výpočtu místo získání pouze výsledku. Na obr. 3.13 je to ilustrováno na příkladu Newtonovy metodu pro hledání kořene rovnice $x^3-x^2+12 = 0$.



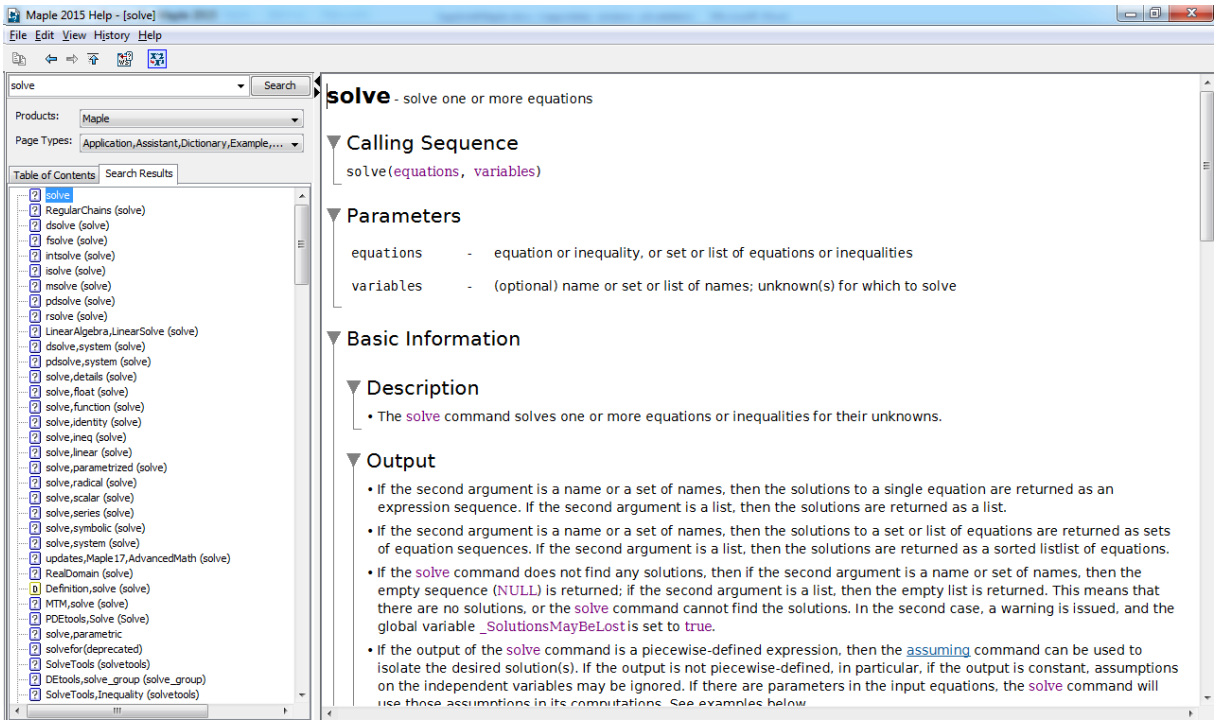
Obrázek 3.13: Tutor Newtonovy metody

Úlohy (**Tasks**) zobrazují na příkladech, jak řešit různé úlohy s využitím Maple. Na obr. 3.14 je příklad úlohy řešící vzdálenost mezi dvěma rovinami x+y+z=4 a x+y+z=-2 v prostoru.



Obrázek 3.14: Úloha řešení vzdálenosti mezi dvěma rovinami v prostoru

Zapsáním otazníku (?) následovaným názvem příkazu Maple se otevře nápověda týkající se zadaného příkazu. Tj. například `?solve` otevře nápovědu Maple popisující syntaxi a sémantiku příkazu `solve` spolu s příklady jeho použití, obr. 3.15.



Obrázek 3.15: Nápověda k příkazu `solve`

Provádění výpočtů

Maple provádí přesně numerické výpočty s celými, racionálními i iracionálními čísly. Každý zadaný matematický výraz se snaží co nejvíce zjednodušit (např. zlomek zkrátit a převést na základní tvar, upravit algebraický výraz, ...), ale ne za cenu ztráty přesnosti. To znamená, že například racionální čísla (zlomky) udržuje stále v jejich základním tvaru. Podobně s konstantami π, e a dalšími, s odmocninami a jinými výrazy pracuje jako se symboly. Tímto je zaručena absolutní přesnost výpočtů v Maple i v případě, kdy nepracuje pouze s celými čísly.

Jsou však situace, kdy potřebujeme znát přibližnou hodnotu reálného nebo racionálního čísla v pohyblivé řádové čárce. K tomu slouží příkaz `evalf`, jenž vrátí zaokrouhlenou hodnotu svého argumentu na počet platných cifer mantisy specifikovaný systémovou proměnnou `Digits`. Ta je standardně nastavena na hodnotu 10. Všechny výpočty, při nichž je nutné zaokrouhlovat čísla, provádí proto Maple s přesností na 10 platných míst. Proměnnou `Digits` můžeme nastavit na takřka libovolné přirozené číslo. Omezení, jak vysoké toto číslo může být, zjistíme příkazem `kernelopts(maxdigits)`. Pro představu uveďme, že pro Maple 2015 je toto číslo 38 654 705 646, tedy více než 38 miliard platných cifer, s kterými dokáže systém počítat.

Maple rozeznává přesná čísla (mezi něž patří i zmíněné symboly π a e, zlomky atd.) a čísla typu Floating-Point, nebo-li čísla v pohyblivé řádové čárce (např. -2.76E10, 234.567,). Jestliže v zápisníku zadáme výraz, v němž některý z jeho podvýrazů bude typu Floating-Point, může Maple na celý výraz pohlížet jako by byl tohoto typu a bude výsledky výpočtů zaokrouhlovat.

K provedení výpočtu v zápisníku máme zpravidla více možností. Jednak pomocí příkazů jazyka Maple, tj. když chceme vypočítat například odmocninu z čísla 2.5, zapíšeme v systému Maple příkaz `sqrt(2.5)`. Stejného výsledku dosáhneme použitím symbolu pro odmocninu z palety Expression, viz obr. 3.15.

Pokud chceme určit nejmenší společný násobek čísel 10, 12 a 15, můžeme využít příkazu Maple `lcm`, nebo zapsat čísla na řádek za sebe (oddělená čárkami), označit je myší a pomocí jejího pravého

tlačítkai zvolit z kontextové nabídky funkci Apply Function > Least Common Multiple, viz obr. 3.15, 3.16.

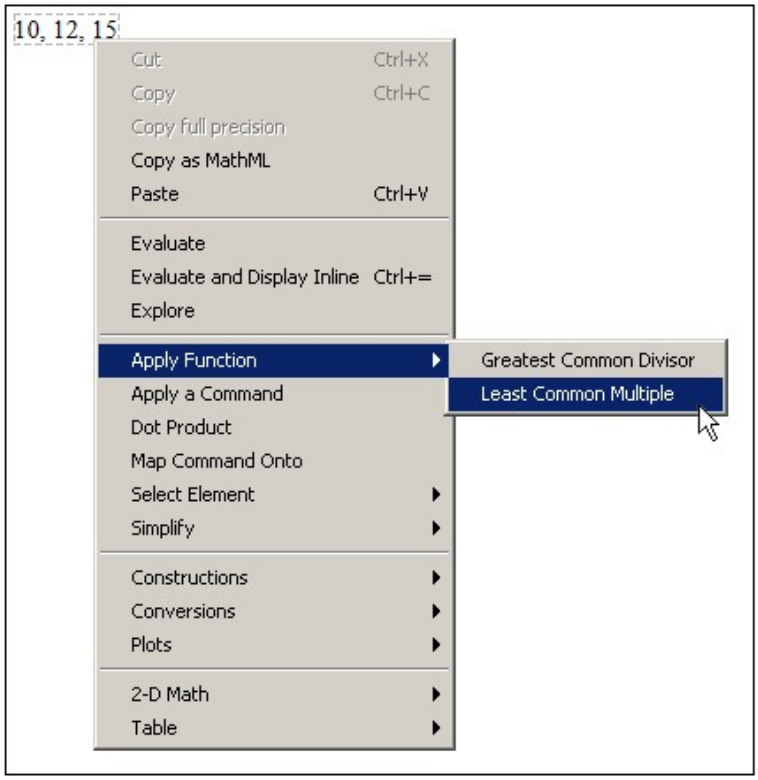
$$\text{sqrt}(2.5) = 1.581138830$$

$$\sqrt{2.5} = 1.581138830$$

$$lcm(10, 12, 15) = 60$$

$$10, 12, 15 \xrightarrow{\text{integer lcm}} 60$$

Obrázek 3.15: Různé možnosti provedení výpočtu



Obrázek 3.16: Provedení výpočtu pomocí kontextové nabídky

Každému zobrazenému výsledku se v zápisníku přiřazuje číselné označení, které se zapisuje zcela vpravo na řádek s odpovídajícím výsledkem. Díky číselnému označení se lze na předešlé výsledky odvolávat a používat je při tvorbě dalších příkazů, viz obr. 3.17. Z důvodu jednoduchosti budeme v dalším číselné označení vynechávat.

$$\frac{2}{3} - 6$$

$$-\frac{16}{3} \quad (1)$$

$$8 \cdot 3$$

$$24 \quad (2)$$

$$5 - \pi$$

$$5 - \pi \quad (3)$$

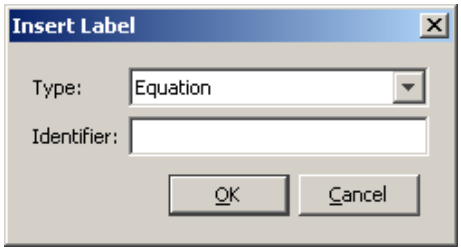
$$10 + (2)$$

$$34 \quad (4)$$

Obrázek 3.17: Označení výsledků

Číselné označení výsledků je možné potlačit (tj. nezobrazovat), znovu vyvolat, případně upravit jeho formát v HLAVNÍM MENU (Format > Equation Labels > ...).

Pokud chceme například přičíst k číslu 10 výsledek s označením (2), viz obr. 3.17, pak napíšeme „10+“ a současným stisknutím kláves „Ctrl a L“ vložíme požadované označení výsledku (tj. do vyskakujícího okna "pop-up“ zadáme číslo 2 a potvrdíme (OK), viz obr. 3.18).



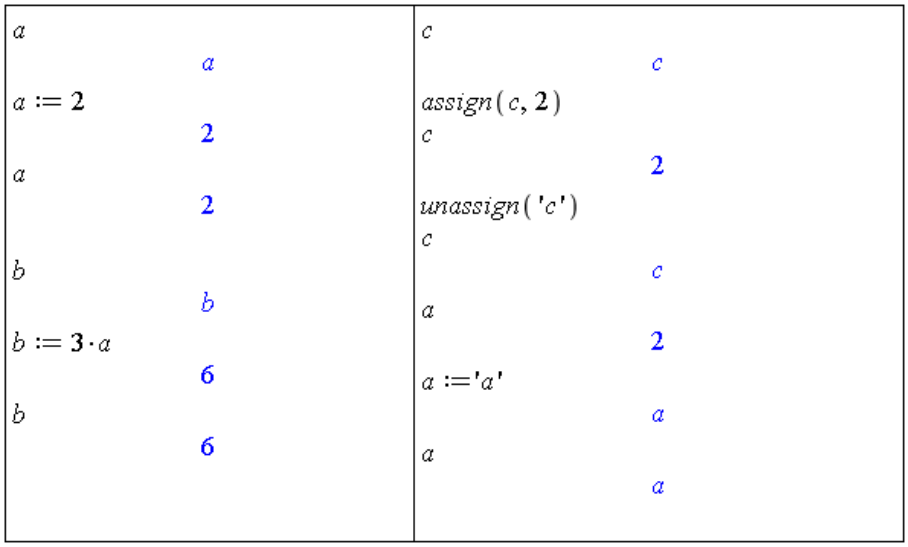
Obrázek 3.18: Vyskakující okno „pop-up“ pro zadání označení výsledku

Místo současného stisku kláves „Ctrl a L“ je možné použít HLAVNÍ MENU (Insert > Label ...).

Pozor však, zapíšeme-li na klávesnici jako číselné označení výsledku text „(2)“ při tvorbě příkazu, tak se výsledek číselně označený (2) na obr. 3.17 do příkazu nepřenese. Pro vložení výsledku z číselného označení do příkazu Maple je třeba důsledně používat předešlý postup s „vyskakujícím okénkem“ zobrazeným na obr. 3.18.

Přiřazení hodnot a výrazů do proměnných v Maple

V zápisníku Maple se lze odkazovat na výrazy po jejich **přiřazení** k nějaké proměnné. Operátorem přiřazení je (dvoj)symbol := (dvojtečka + rovnítko). Místo (dvoj)symbolu := můžeme k přiřazení použít příkaz `assign`. Tak, jak můžeme výrazy do proměnných přiřazovat, tak můžeme přiřazení zrušit (tj. odebrat proměnné uloženou hodnotu). Provede se to příkazem `unassign` nebo přiřazením názvu proměnné v apostrofech, viz obr. 3.19.



Obrázek 3.19: Přiřazení hodnot do proměnných a odstranění uložené hodnoty

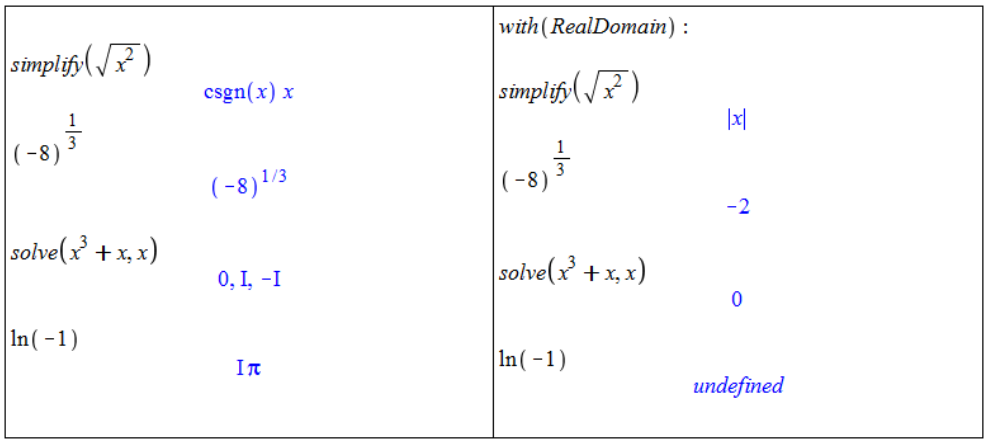
Přiřazovat hodnoty můžeme i do tzv. systémových proměnných. Již jsme se setkali s proměnnou `Digits` vyjadřující počet platných míst, s nimiž Maple počítá. Odstranit uloženou hodnotu v systémové proměnné nelze.

Do systémových proměnných můžeme hodnoty pouze přiřazovat, nebo současně vrátit příkazem `restart` nastavení všech systémových proměnných na jejich původní hodnoty. Provedení příkazu `restart` odstraní všechny uložené hodnoty v paměti (tedy i námi definované proměnné, načtené balíky atd.). Příkaz `restart` se proto používá zpravidla na počátku řešení nové úlohy, zejména pak na začátku každé práce se zápisníkem (aby se předešlo tomu, že budeme používat proměnnou, v níž je z dřívějška uložena pro nás nesprávná hodnota).

Knihovny (packages) Maple

Knihovna příkazů jazyka Maple je rozdělena na hlavní knihovnu a tzv. balíky[4] (packages). Příkazy, s nimiž jsme se doposud setkali, patří do hlavní knihovny Maple, a můžeme je tak používat ihned po spuštění systému Maple. Naproti tomu většina příkazů Maple naleží do balíků, které musíme před použitím příslušného příkazu buď načíst do zápisníku pomocí příkazu `with`, nebo zadat příkaz spolu s názvem balíku. Načtení balíku pomocí příkazu `with` umožní používání všech příkazů z příslušného balíku. Naopak zadání příkazu spolu s názvem balíku je nutné provádět při každém použití tohoto příkazu, pokud balík nenačteme (příkazem `with`). Načtení balíku můžeme zrušit příkazem `unwith`. Pokud balík nenačteme a použijeme z něj nějaký příkaz, Maple jej nerozpozná a příkaz vypíše jako textový řetězec.

Jedním z významných balíků je balík s názvem **RealDomain**. Systém Maple pracuje zpravidla s **komplexními čísly** a právě balík **RealDomain** umožňuje se v některých případech omezit pouze na množinu **reálných čísel** (obr. 3.20).



Obrázek 3.20: Použití balíku RealDomain.

Řešení rovnic v Maple

K řešení rovnic v systému Maple slouží příkaz `solve` a několik příkazů k němu příbuzných závislých na typech rovnic, viz tab. 3.1.

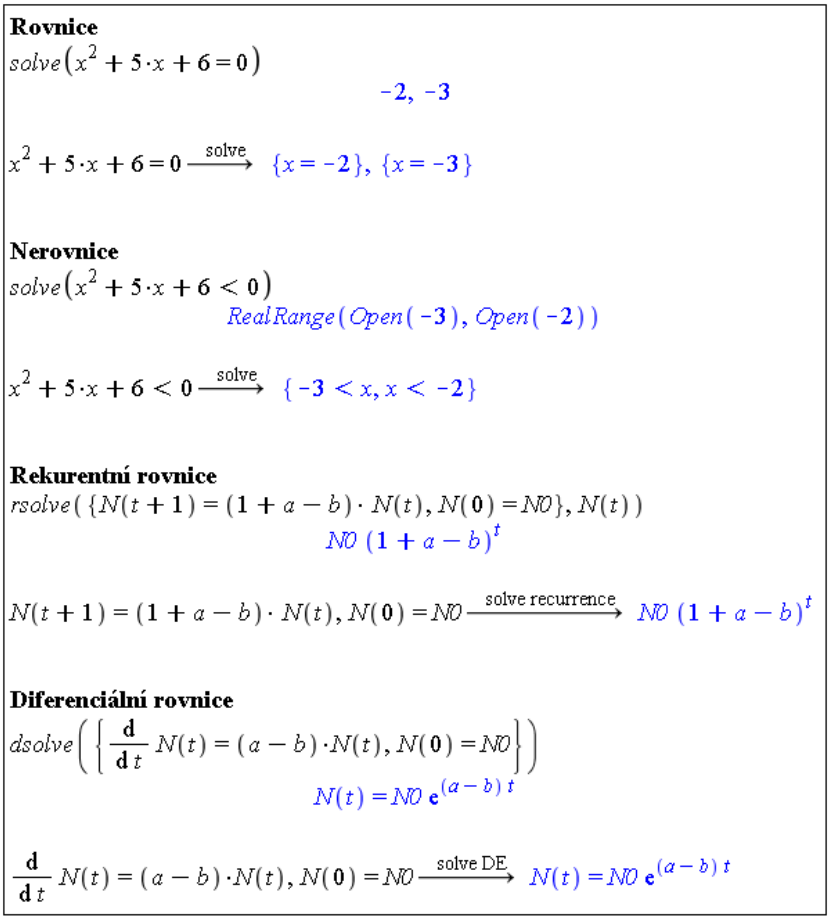
Tabulka 3.1: Příkazy pro řešení rovnic

Typ rovnice	**Příkaz pro řešení**
Rovnice a nerovnice	solve, fsolve
Rekurentní rovnice	rsolve
Obyčejné diferenciální rovnice	dsolve
Parciální diferenciální rovnice	pdsolve
Rovnice v oboru celých čísel	isolve
Rovnice v oboru celých čísel v konečném tělese	msolve

[4] Kromě pojmu balík se v češtině používá také termín knihovna

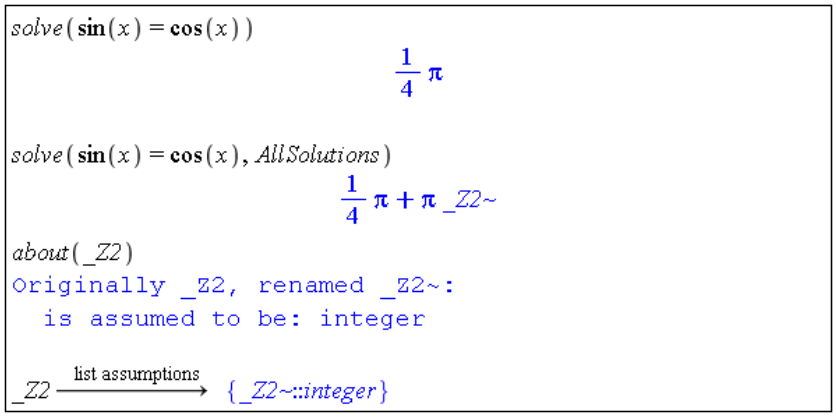
Lineární integrální rovnice	intsolve
Systémy lineárních rovnic	LinearAlgebra[LinearSolve]

Rovnice můžeme řešit též pomocí **kontextové nabídky**. Zapíšeme rovnici, označíme ji myší a pravým tlačítkem myši zvolíme požadovaný příkaz z kontextové nabídky. Obr. 3.21 ilustruje některé příklady řešení rovnic.



Obrázek 3.21: Ukázka řešení různých druhů rovnic jednak použitím příkazu Maple, jednak pomocí kontextové nabídky (uvedené na šipkou).

Příkazy pro řešení rovnic nemusí vždy zobrazit všechna řešení. Pokud je chceme zobrazit, přidáme příkazu `solve` nepovinný parametr *AllSolutions*, viz obr. 3.22.



Obrázek 3.22: Zobrazení všech řešení rovnice

Symbol Z2~ na obr. 3.22 představuje libovolnou celočíselnou proměnnou. Že jde o celočíselnou proměnnou poznáme podle toho, že se v symbolu vyskytuje písmeno Z. Podobně by výskyt například písmena C značil proměnnou komplexní a písmeno R reálnou proměnnou. Cifra 2 v symbolu proměnné označuje pořadí, v jakém byla proměnná v zápisníku zavedena a nakonec znak ~ vyjadřuje, že proměnná splňuje nějaký předpoklad. Jaké předpoklady proměnná splňuje přitom zjistíme příkazem `about`, případně zápisem proměnné a po kliknutí pravým tlačítkem myši zvolením **What Assumptions** z kontextové nabídky. V zobrazeném příkladu na obr. 3.22 je předpoklad celočíselnosti (u již celočíselné) proměnné přebytečný.

Dále může příkaz `solve` zobrazit výsledek se strukturou `RootOf` vyjadřující **kořen** (tj. řešení) **rovnice** v nevyhodnoceném tvaru. Řešení pak vyhodnotíme buď příkazem `allvalues` (pro symbolické vyjádření), nebo příkazem `evalf` (pro numerické vyjádření) – obr. 3.23. Kromě těchto příkazů můžeme též využít pravého tlačítka myši, tj. zvolit z kontextové nabídky položku **All Values** (pro symbolické vyjádření) a získaný výsledek převést na numerickou hodnotu zvolením např. **Approximate > 10** (pro 10 platných míst) z kontextové nabídky.

$$solve\left(x^4 - 2\,x^3 + 2 = 0\right)$$
$$RootOf\left(_Z^4 - 2\,_Z^3 + 2,\ index = 1\right),\ RootOf\left(_Z^4 - 2\,_Z^3 + 2,\ index = 2\right),$$
$$RootOf\left(_Z^4 - 2\,_Z^3 + 2,\ index = 3\right),\ RootOf\left(_Z^4 - 2\,_Z^3 + 2,\ index = 4\right)$$

$$allvalues(\{\%\})$$
$$\left\{\frac{1}{2} - \frac{1}{2}\,I - \frac{1}{2}\sqrt{4 + 2\,I},\ \frac{1}{2} - \frac{1}{2}\,I + \frac{1}{2}\sqrt{4 + 2\,I},\ \frac{1}{2} + \frac{1}{2}\,I\right.$$
$$\left. - \frac{1}{2}\sqrt{4 - 2\,I},\ \frac{1}{2} + \frac{1}{2}\,I + \frac{1}{2}\sqrt{4 - 2\,I}\right\}$$

$$evalf(\%)$$
$$\{-0.5290855140 - 0.7429341359\,I,\ -0.5290855140 + 0.7429341359\,I,$$
$$1.529085514 - 0.2570658641\,I,\ 1.529085514 + 0.2570658641\,I\}$$

Obrázek 3.23: Tvar zobrazení řešení rovnice

Symboly Z ve struktuře `RootOf` nyní nepředstavují celočíselnou proměnnou (neboť za Z nenásleduje číslo), nýbrž proměnnou libovolnou (tj. i komplexní). Struktura `RootOf` z obr. 3.23 tedy zastupuje kořen rovnice $z^4 - 2\,z^3 + 2 = 0$.

Systém Maple po zadání příkazu vypíše zpravidla pouze řešení, případně chybová hlášení či varování. U příkazu `solve` (a nejen u něj) je „prázdný výpis“ v případě, že Maple žádné řešení nenašel. Pro výpis podrobnějších informací o průběhu vyhodnocení příkazu a výsledcích slouží proměnná **infolevel**. Můžeme ji nastavit buď pro každý příkaz samostatně, přičemž do hranatých závorek za proměnnou vložíme název příslušného příkazu, nebo ji nastavíme všem příkazům současně na stejnou hodnotu uvedením slova all do hranatých závorek. Proměnná může nabývat hodnot 1, 2, ..., 5. Čím vyšší hodnota je přiřazena v proměnné **infolevel**, tím více informací o vyhodnocení příkazu obdržíme. Standardně není proměnná nastavena na žádnou hodnotu, což v podstatě odpovídá nastavení proměnné na hodnotu 0. Použití proměnné **infolevel** dokumentuje obr. 3.24.

```
solve({x + y = 2, x - y = 0})
                          {x = 1, y = 1}

infolevel[solve] := 1:
solve({x + y = 2, x - y = 0})
Linear: # equations 2
                          {x = 1, y = 1}

infolevel[solve] := 3:
solve({x + y = 2, x - y = 0})
Linear: # equations 2
Rational: # equations 2
Rational: 2 equations solved, rank: 2
                          {x = 1, y = 1}

infolevel[solve] := 5:
solve({x + y = 2, x - y = 0})
Linear: # equations 2
Rational: # equations 2
Rational: # equations 1
Rational: # equations 0
Rational: backsubstitution at: 2
Rational: backsubstitution at: 1
Rational: 2 equations solved, rank: 2
                          {x = 1, y = 1}
```

Obrázek 3.24: Proměnná **infolevel** a příkaz `solve`

Paleta Components

PALETA Componets (obr. 3.25) umožňuje vložit komponenty (ovládací prvky anglicky widget) grafického rozhraní do zápisníku nebo dokumentu Maple, které umožňují jejich základní komunikaci mezi sebou a interakci s uživatelem, tj. zadávat či měnit s jejich využitím například parametry v příkazech Maple. Každá komponenta je v PALETĚ vizuálně ztvárněna ikonou a slouží pro různou manipulaci s daty v zápisníku. Například, pomocí komponenty **Slider** mohou být nastaveny hodnoty proměnných v zápisníku, které využijí ostatní komponenty. Komponenty provádí akce a zobrazují informace určené jejich konstrukčními nebo jinými vlastnostmi. V paletě Components (obr. 3.23) jsou následující komponenty: **Button, Toogle Button, Combo Box, Check Box, Radio Button, Text Area, Label, List Box, Slider, Rotary Gauge, Volume Gauge, Meter, Dial, Plot, Math Expression, Shortcut, Data Table, Video Player**.

K předávání informací (dat i kódu programu) mezi komponentami slouží speciální příkazy uvedené v balíku **DocumentTools**, umožňující uložení a získání informací z jiných komponent v zápisníku. Zejména příkaz `Do` z tohoto balíku poskytuje snadný způsob, jak specifikovat operace pro tyto komponenty.

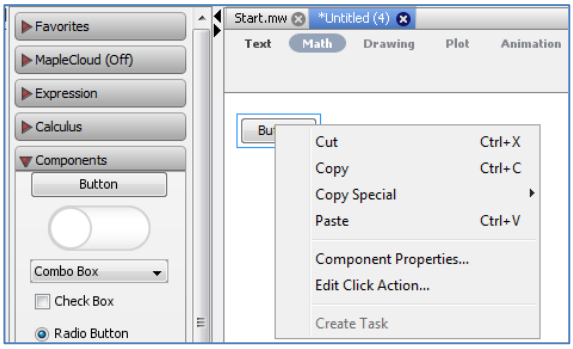
Obrázek 3.25: Paleta Components

Chcete-li umístit zvolenou komponentu do zápisníku Maple, otevřete PALETU Components a přetáhnete její ikonu (například **Button, Slider, Math Expression, Plot**) na požadované místo v zápisníku.

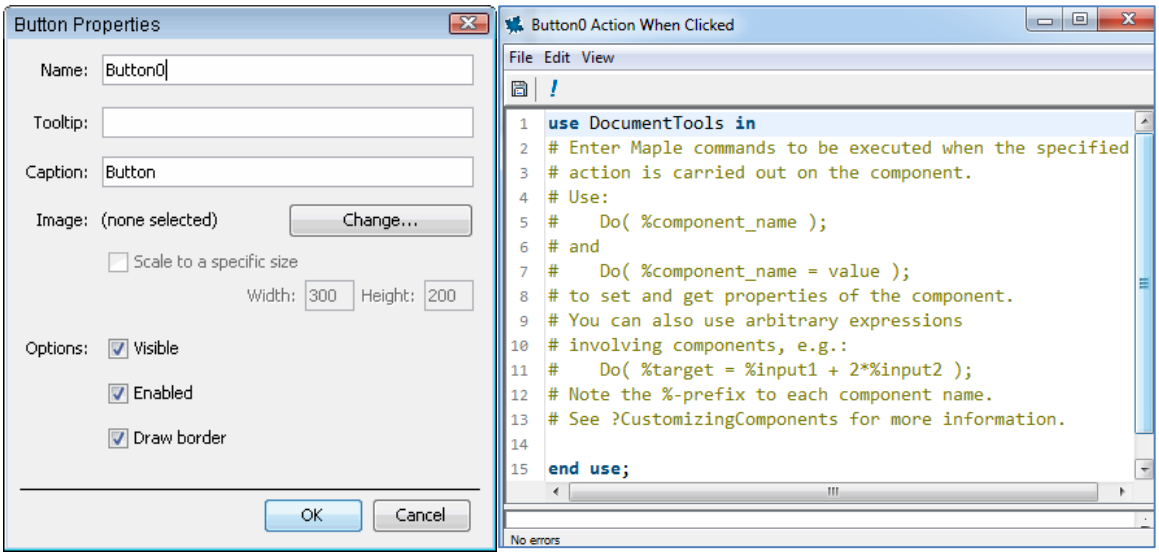
Více komponent na jednom řádku v zápisníku lze oddělit buď mezerou mezi nimi, nebo je umístit na samostatné řádky v zápisníku stisknutím klávesy Enter. Přesnější rozložení komponent v zápisníku může být dosaženo vložením tabulky z HLAVNÍHO MENU (Insert - > Table s vybráním počtů řádků a sloupců z vyskočeného pomocného menu) a vložením daných komponent do požadovaného místa v tabulce. V takto vytvořené tabulce mohou být umístěny libovolně vybrané komponenty.

Komponenty je třeba nakonfigurovat dříve, než se použijí. Konfigurováním komponenty se určí, jednak jak komponenta vypadá (např. název komponenty **Button,** velikost grafické oblasti pro komponentu **Plot** apod.), a jednak jak funguje (např. stanovení rozsahu hodnot, které komponenta podporuje, nebo úprava programu v komponentě, který se spouští kliknutím na ni).

Chceme-li nakonfigurovat komponentu, např. **Button**, kterou už máme v poli DOKUMET v zápisníku, klepne se na ni pravým tlačítkem myši. Vyskočí okno „pop-up“, obr. 3.26, ze kterého se dají vyvolat další okna **Component Properties…** a **Edit Click Action…,** viz obr. 3.27, umožňující nakonfigurovat vlastnosti komponenty **Button** a naprogramovat akce, které se provedou.



Obrázek 3.26: Paleta okna „pop-up“ u komponenty **Button**



Obrázek 3.27: Okna **Components Properties…** a **Edit Click Action…** u komponenty **Button**

Po dokončení konfigurace vlastností komponenty **Button** v okně **Components Properties…** (do pole Name se zadá název, do pole Caption název tlačítka a zaškrtnou se volby Options) se obsah okna uloží klepnutím na tlačítko „OK“. Každá komponenta má nastavitelný název, (na obr. 3.27 je uveden název Button0), který slouží ke komunikaci a sdílení dat mezi jednotlivými komponentami s využitím balíku **Document Tools**.

Okno **Edit Click Action….** editoru programového kódu slouží k zapsání příkazů akcí, které se mají provést při kliknutí na komponentu **Button**. Má předefinovaný obsah pro využití příkazů balíku **Document Tools** (obr. 3.27). Tento druh programování akcí komponent budeme diskutovat v následující části.

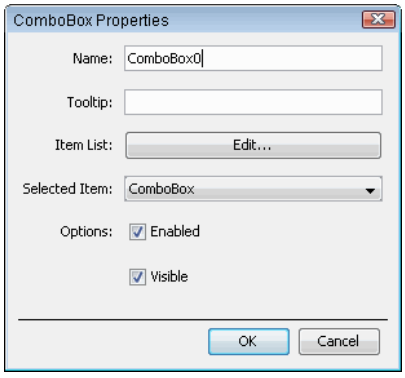
Komponenty lze konfigurovat následujícím způsobem:

1. Uživatel na komponentu v zápisníku klikne a může do ní psát (např. v komponentách **Math Expression, Text** apod.) nebo táhnout ve vstupním poli myší (např. v komponentách **Plot**,). To způsobuje změnu jejího stav, případně spuštění programu nastaveného dříve, když komponenta již byla konfigurována.
2. Komponenty spouští program určující, jaké akce se mají provést, když se změní její stav. Při psaní programu v okně editoru kódu je dovoleno jak běžné programování v Maple (např. běžné příkazy, ale i příkazy **if**, **for** atd.), tak speciální programování akcí, které se v komponentě provádí pomocí příkazu `Do` z balíku **DocumentTools**. Obvykle program v komponentě obsahuje jeden nebo více řádků ve formuláři příkazu `Do(%widgetName = výraz)`; kde `výraz` může obsahovat také názvy komponent, které bere z pole Name, viz obr. 3.27. Proměnné, funkce ve výrazech v okně otevřeného **Edit Click Action….** , které nezačínají symbolem % se berou jako standardní příkazy Maple. Jména na pravých stranách výrazů jsou obvykle vstupní komponenty a hodnoty, které jsou použity ve výrazu k výpočtu výsledku, který se zobrazí ve výstupu komponenty, která má název `widgetName` a který je uveden na levé straně výrazu.

V dalším stručně popíšeme vlastnosti nejvíce používaných komponent:

Komponenta **Button** definuje tlačítko v zápisníku nebo dokumentu Maple, které po kliknutí provede akci nebo posloupnost akcí, v nichž komunikuje s jinými komponentami, jejichž názvy jsou komponentě **Button** uvedeny. Nakonfiguruje se tak, že se na ni umístí kurzor myši a kliknutím pravým tlačítkem se vyvolá „pop-up“ okno (obr. 3.26) a z něj položky **Components Properties… a Edit Click Action…**. Komponenta **Button** může například zobrazit popisek nebo vytvořit graf či vypočítat řešení rovnice.

Komponenta **Combo Box** definuje pole se seznamem, ze kterého lze vybírat jeho položky, které pak mohou sdílet ostatní komponenty. Tj. provede akci nebo série akcí, které mají komunikovat s jinými komponentami, když se vybere položka ze seznamu **Combo Box**. Nakonfigurujeme ji tak, že klepneme pravým tlačítkem myši na **Combo Box** a z vyskočeného „pop-up“ okna vyberte volbu **Component Properties…**, (obr. 3.28) ze které otevřeme dialogové okno editoru pro **Item List**, kde zadáme položky seznamu, které chceme vybírat v této komponentě.

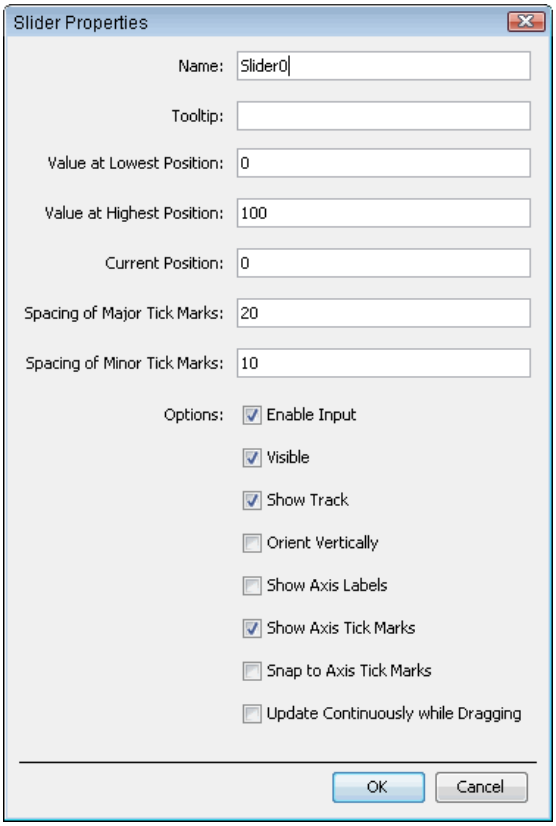


Chceme-li provést akci, když je vybrána položka ze seznamu v **Combo Box**, tak ji naprogramujeme s využitím **Edit Click Action…**, (podobně jako v obr. 3.27) kterou se otevře dialogové okno editoru kódu pro **Combo Box**, kam se zadají příkazy, které se mají s vybranou položkou ze seznamu provést.

Obrázek 3.28: Okno **Components Properties…**komponety **Combo Box**

Komponenta **Slider** definuje hodnotu jezdce v posuvníku v zápisníku nebo dokumentu Maple. Tato komponenta provede akci nebo série akcí, kde komunikuje s jinými komponentami, když se mění poloha jezdce na posuvníku. Chceme-li provést akci, když se změní poloha jezdce na posuvníku,

nakonfigurujeme ji tak, že z vyvolaného „pop-up“ okna vybereme položku **Edit Value Changed Action…**, která otevřete dialogové okno editor kódu pro **Slider**, kam se zadají příkazy, které chcete provést při spuštění této komponenty podobně jako u komponent **Button a Combo Box.** Rozdílná od těchto komponent je položka **Component Properties ….,** viz obr. 3.29, kterou se otevře konfigurační okno, kde lze nastavit název komponenty, její dolní a horní rozsah hodnot, pozici jezdce, značky na ose a dále zatrhnout příslušnou volbu **Options**. Konfigurační okno se uloží stisknutím „OK“ tlačítka.



Obrázek 3.29: Okno **Components Properties…**komponety **Slider**

Popisy voleb v Options, které můžeme zatrhnout, lze získat z HLAVNÍHO MENU (Help > Maple Help) nebo stiskem kláves Ctrl a F1 a zapsáním textu „Slider Component“ ve vyhledávacím poli nápovědy, která příslušné informace zobrazí, viz obr. 3.10.

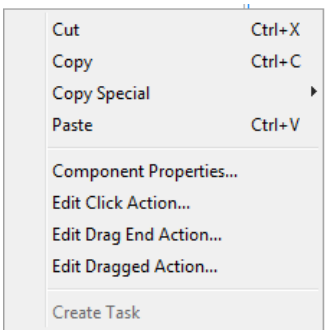
Komponenta **Text Area** definuje textovou oblast v zápisníku nebo dokumentu Maple. Tato komponenta provede akci nebo posloupnost akcí, kde komunikuje s jinými komponentami, při změně obsahu v textové oblasti. Chceme-li ji nakonfigurovat, tak otevřeme vyskakovací „pop-up“ okno, kde se vybere položka **Component Properties…**, která je podobná jako u **Combo Box** a otevře se okno editoru textu **Edit** u položky **Content,** kam se zapíše příslušný text. Chceme-li, aby se provedly ještě další akce, tak se vybere položka **Edit Content Changed Action…**, kterou se otevře dialogové okno editoru kódu pro **Text Area**, kam se zadají příkazy, které se mají provést spuštěním této komponenty.

Komponenta **Plot** definuje oblast grafu v zápisníku nebo dokumentu Maple. Tato komponenta provede akci nebo série akcí, které mohou komunikovat s dalšími komponentami, když se klikne nebo táhne grafem. Chceme-li ji nakonfigurovat, tak na ni klineme a z vyskakovacího „pop-up“ okna viz obr. 3.30, lze otevřít okno **Component Properties…** a dále okna:

- **Edit Click Action…,** kde můžeme zapsat pomocí editoru kódu příkazy akce, která se provede, když se myši klepne na komponentu **Plot**;

- **Edit Drag End Action,** kde můžeme zapsat příkazy akce, která se provede při uvolnění myši z tažení v komponentě **Plot**;
- **Edit Dragged Action,** kde můžeme zapsat příkazy akce, která se provede při tažení myši v komponentě **Plot**.

Poznámka: Tyto akce se uskuteční pouze pokud kliknete na ikonu (Execute click and drag code) v KONTEXTOVÉ LIŠTĚ v režimu **Plot**, viz obr. 3.5.

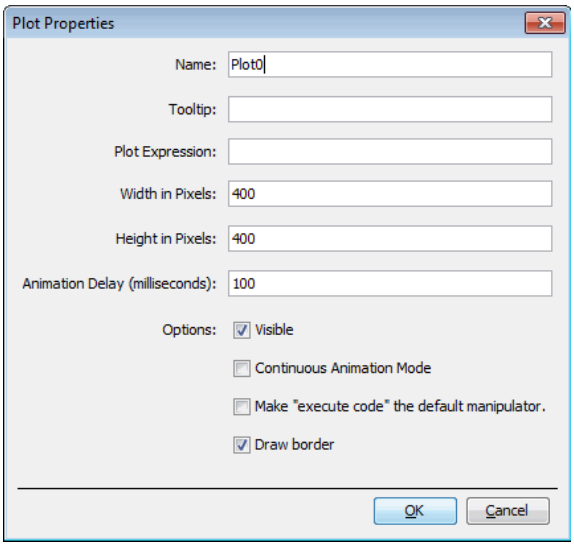


Obrázek 3.30: Vyskakovací „pop-up“ okno komponenty **Plot**

V okně **Component Properties…** je možné zvolit název komponenty **Plot**, zadat do pole Plot Expression příkaz Maple pro animaci grafu, např.

```
plot3d(x^2*cos(y),x=-1..1,y=-2*Pi..2*Pi);
```

dále šířku a výšku grafu v pixelech v zápisníku a zpoždění při animaci v milisekundách a zaškrtnout volby Options, které lze nalézt v nápovědě.



Obrázek 3.31: Okno **Component Properties…** komponenty **Plot**

Příklad 3.1.

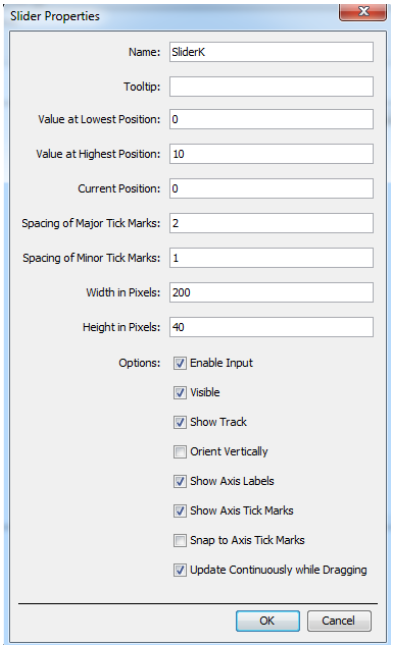
Vytvořte graf funkce sin(k · x), kde k, x ϵ <0, 10> a jeho barvu bude možno volit mezi červenou (red), modrou (blue) a zelenou (green).

Návrh řešení:

Komponentu **Button** použijeme na spuštění ostatních komponent, pro měnící se hodnoty parametru k vybereme komponentu **Slider,** pro výběr barvy komponentu **ComboBox** a pro zobrazení grafu komponentu **Plot.** Hodnoty parametru k z komponenty **Slider** zobrazíme pomocí komponenty **Text Area**.

Postup řešení:

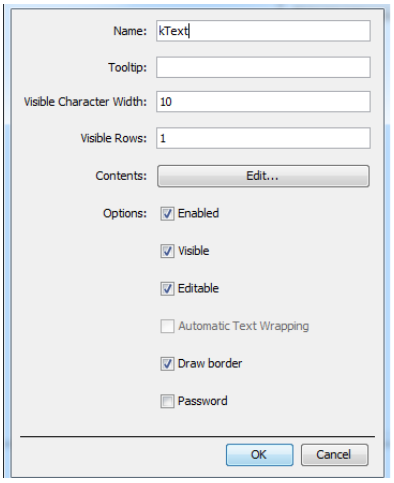
1. V zápisníku vytvoříme tabulku z HLAVNÍHO MENU (Insert > Table) s jedním řádkem a dvěma sloupci. Do prvního sloupce z PALETY Components přetáhneme na samostatné řádky postupně komponenty **Button, Slider, Text Area** a **Combo Box** a do druhého sloupce přetáhneme komponentu **Plot**. Před komponentu **Text Area** přidáme vlevo popisný text „Hodnota k“ a před komponentu Combo Box text „Barva“. To lze provést jiným způsobem tak, že by se k zadání textu do tabulky u jakékoli komponenty umístil kurzor, za kterým se chce zadávat text, který by se zadal pomocí HLAVNÍHO MENU (Insert-> Text) nebo po stisknutí kláves Ctrl a T.



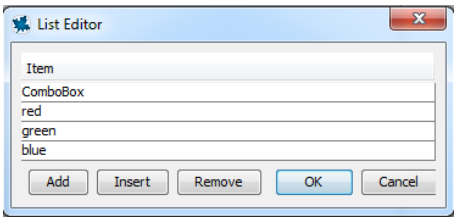
2. Klepnutím pravým tlačítkem myši na komponentu **Slider**, otevřeme vyskakovací „pop up“ okno a zvolíme **Component Properties**…, která otevře konfigurační okno viz obr. 3.32, kde nastavíme název SliderK, dolní (0) a horní (10) hodnoty pro k, vzdálenost značek na posuvníku, šířku a výšku posuvníku v pixlech. Dále zatrhneme příslušné volby Options, jak je znázorněno obr. 3.32 a uzavřeme konfigurační okno stisknutím „OK“ tlačítka.

3. Klepnutím pravým tlačítkem myši na komponentu **Text Area** otevřeme vyskakovací „pop up“ okno a zvolíme **Component Properties**…, která otevře konfigurační okno, viz obr. 3.33, kde nastavíme její název kText, počet viditelných znaků (10) a řádků (1) a zaškrtneme zvolené volby Options. Pomocí editace **Contents** lze nastavit později vlastnost, umožňující z komponenty **Slider** přebírat a zobrazit hodnotu k. Hodnoty nastavené v komponentě **Text Area** se uloží kliknutím na „OK“.

Obrázek 3.32: Nastavení **Slider**



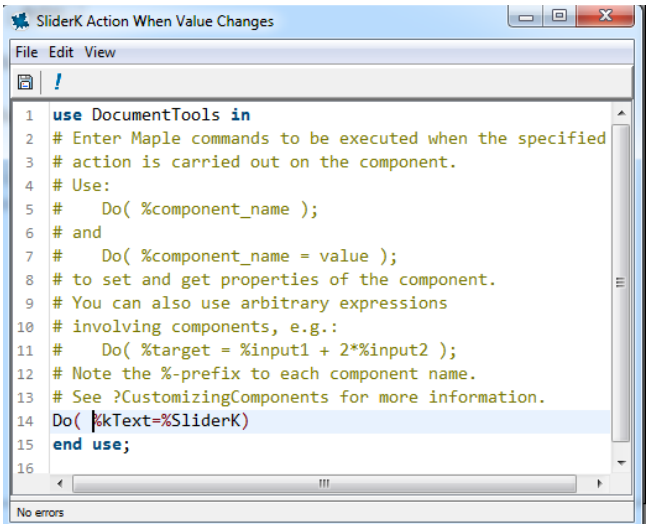
4. Klepnutím pravým tlačítkem myši na komponentu **Combo Box** otevřeme vyskakovací „pop up“ okno a zvolíme **Component Properties**…, která otevře konfigurační okno, viz obr. 3.28, kde nastavíme její název colorBox a pomocí editoru zavedeme seznam barev „red“, „green“ a „blue“, viz obr. 3.34, který se uloží kliknutím na „OK“.



Obrázek 3.33: Nastavení **Text Area** Obrázek 3.34: Nastavení seznamu v **Combo Box**

5. Komponenta **Plot** se nastaví pomocí **Component Properties**, aby její jméno bylo Graf_sin(kx), podobně jako na obr. 3.31 je název Plot0.

6. Nyní naprogramujeme komponenty **Slider** a **Button** tak, že budou sdílet data s komponentami **Text Area** a **Plot**. Klepneme pravým tlačítkem myši na komponentu **Slider** a z vyskočeného „pop-up“ okna menu vybereme položku **Edit Value Changed Action**, kterou se vyvolá okno editoru kódu komponenty **Slider**. Do kódu přidáme speciální příkaz Do(%kText=%SliderK), viz obr. 3.35, před příkaz end use;. Tento příkaz vloží aktuální hodnotu jezdce posuvníku do komponenty **Text Area**.



Obrázek 3.35: Úprava kódu programu komponenty **Slider**

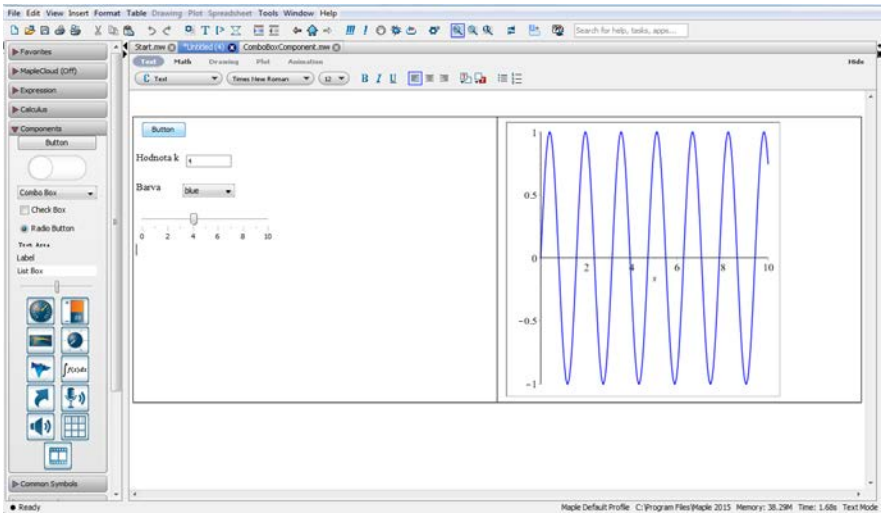
Většina z kódu, který se zobrazí v programu na obr. 3.35 jsou komentáře, které vysvětlují užití příkazů `Do( %component_name );` a `Do( %component_name = value );` a jejich činnost.

7. Podobným způsobem naprogramujeme tlačítko **Button** kde místo příkazu Do(%kText=%SliderK), vložíme příkaz:

```
Do( %Graf_sin)=plot(sin(%SliderK * x),x=0..10, color=%colorBox) );
```

Který v komponentě Plot vykreslí graf funkce sin(k · x), kde hodnota k se bere z komponenty **Slider** (její jméno je SliderK), x ϵ <0, 10> a jeho barvu se volí pomocí komponenty **Combo Box** (její jméno je colorBox), kde je definován seznam barev, viz obr. 3.34.

8. Nyní lze pracovat se všemi komponentami. Vyberte hodnotu k, vyberte barvu a pak klikněte na tlačítko **Button** a zobrazí se Vám graf funkce sin(k · x) v intervalu <0,10>, k=4, viz obr. 3.36.



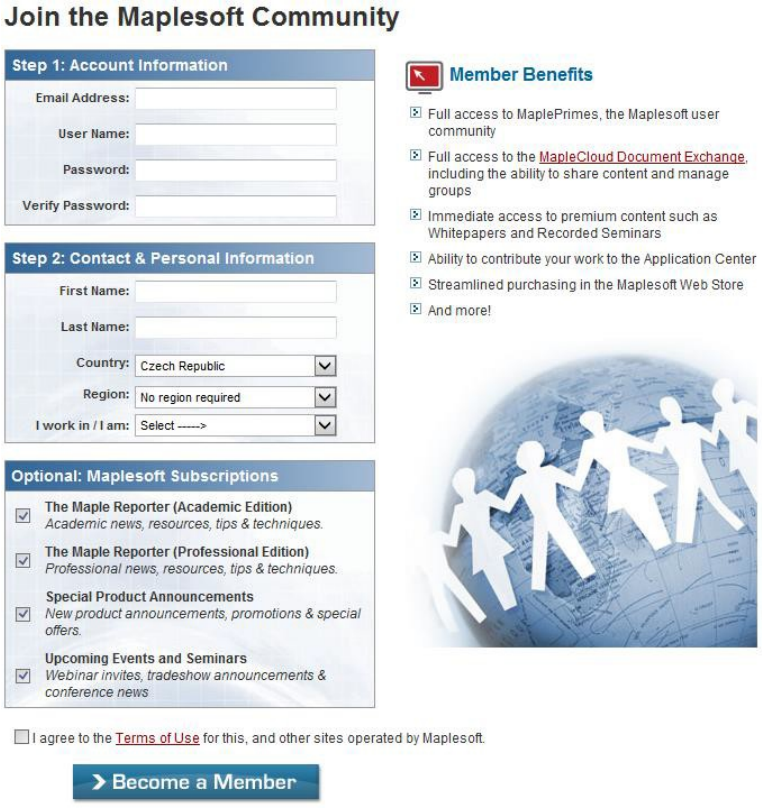
Obrázek 3.36: Dynamické interaktivní vykreslení grafu funkce sin(k · x).

MapleCloud

Společnost Maplesoft vytvořila systém MapleCloud (http://maplecloud.maplesoft.com/) , který umožňuje uživateli publikovat, sdílet zápisníky a dokumenty Maple, ať již pro své vlastní skupiny uživatelů, nebo pro všechny uživatele tzv. Public MapleCloud a MathApps. Systém MapleCloud umožňuje vytvářet své vlastní skupiny uživatelů (Community), pro které můžete sdílet své dokumenty, případně i dokumenty ostatních členů této skupiny.

Systém MapleCloud je nyní přístupný z webových prohlížů, a to jak z počítačů, tak i tabletů – stačí se jen připojit na webovu adresu (http://maplecloud.maplesoft.com/) , což umožňuje procházet a vyhledávat v celém obsahu MapleCloud, číst jeho zápisníky a dokumenty, a dokonce i pracovat s aplikacemi Maple, a to bez použití Maple.

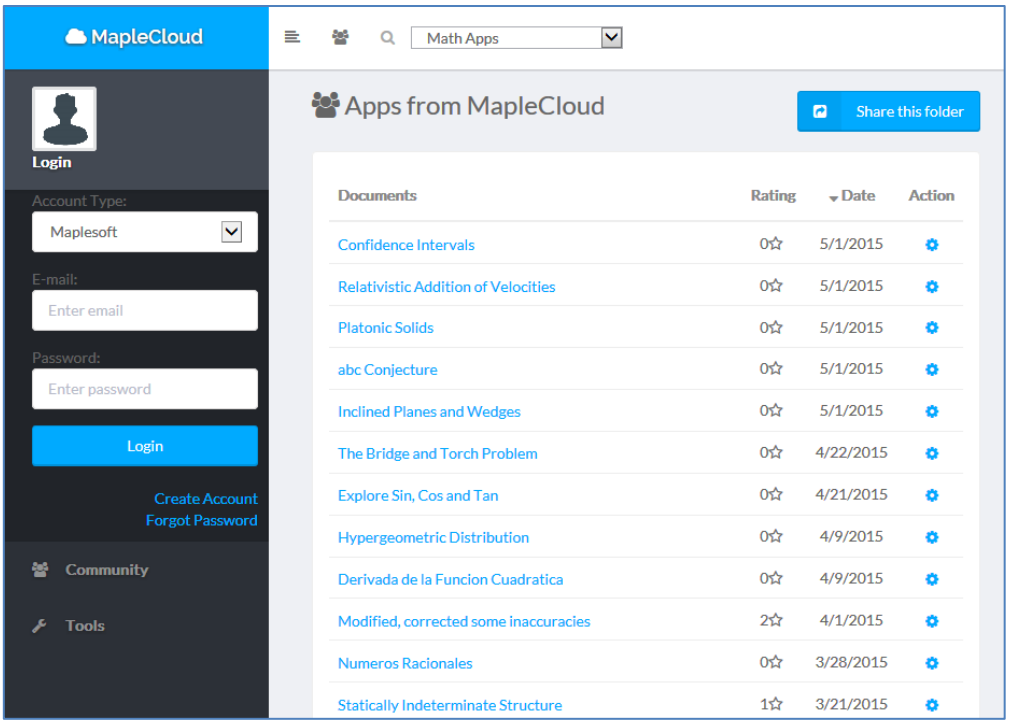
Chcete-li sdílet obsah zápisníku "jako" sdílený obsah, vytvářet, spravovat a připojovat skupiny uživatelů a zobrazovat obsah specifický pro Vámi vytvořenou skupinu, musíte se nejprve zaregistrovat do Maplesoft komunity na webové adrese (www.maplesoft.com/members/sign_up_form.aspx), kde stačí vyplnit několik informací, viz obr. 3.37, kterými si vytvoříte svůj účet.



Obrázek 3.37: Registrace do Maplesoft komunity

Maplesoft Vám zašle e-mail na Váš e-mail uvedený v registračním formuláři a po potvrzení vlastnictví zadaného emailového účtu pomocí odkazu v zaslaném emailu od Maplesoftu je možné se hned do systém MapleCloud přihlásit a aktivně v něm pracovat.

Systém MapleCloud je možné použít i bez jakékoliv registrace, ale to jen v případě, že není potřeba žádat o členství v nějaké soukromé skupině. Toto použití je možné, ale jsou k dispozici zápisníky a dokumenty v Maple ve dvou seznamech Public MapleCloud a Math Apps, které jsou převzaty z nápovědy Maple, viz obr. 3.38 .



Obrázek 3.38: MapleCloud bez přihlášení

Existuje mnoho způsobů, jak přistupovat k obsahu v systému MapleCloud:

a) *Prostřednictvím webového prohlížeče*: MapleCloud je přístupný z webového prohlížeče, jak z počítačů, tak tabletů. Můžete procházet a vyhledávat velké množství zápisníků Maple, číst dokumenty, a dokonce i komunikovat s aplikacemi v Maple, to vše bez instalovaného Maple. Technologie MapleNet poskytuje matematický výkon Maple v aplikacích zápisníků, takže vše, co potřebujete, je standardní webový prohlížeč.

b) *Pomocí volné aplikace Maple Player*: Každý může získat přístup do MapleCloud pomocí volně stažitelné aplikace Maple Player a komunikovat s aplikacemi zápisníků zde uložených. Po stažení dokumentu nebo zápisníku Maple, lze použít aplikaci Maple Player také pro práci v režimu offline na mobilu nebo tabletu.

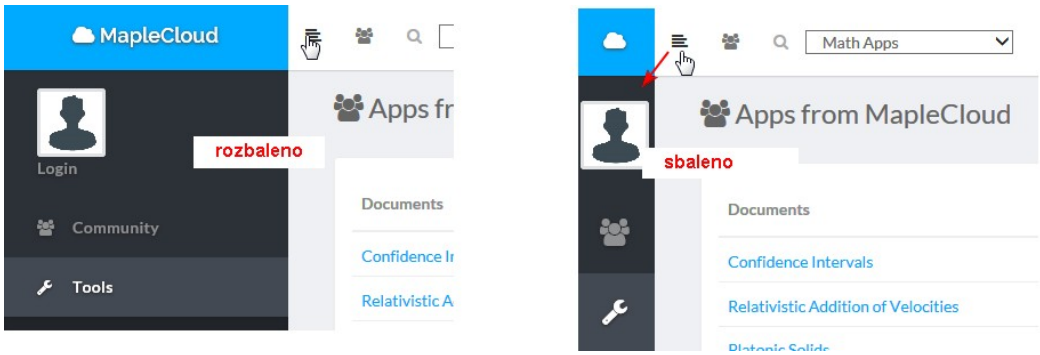
c) *Pomocí Maple*: Uživatelé, kteří mají instalovaný Maple mohou přistupovat do MapleCloud ze zápisníku Maple prostřednictví PALETY MapleCloud a okamžitě stahovat dokumenty a zápisníky z MapleCloud do jejich běžících zápisníků.

Webové rozhraní systému MapleCloud

I v základním režimu systému MapleCloud bez přihlášení však můžete provádět některé operace, které jsou dostupné i po přihlášení. Jde zejména o:

- Přihlášení do systému MapleCloud
- změnu sekcí a skupiny zobrazených dokumentů v MapleCloud,
- vyhledávání v MapleCloud,
- sdílení složky v MapleCloud,
- použití dostupných nástrojů v MapleCloud.

Levý sloupec webového rozhraní MapleCloud reprezentuje menu, které je možné pomocí tlačítka minimalizovat případně rozbalit. Obě situace jsou vidět na obr. 3.39.

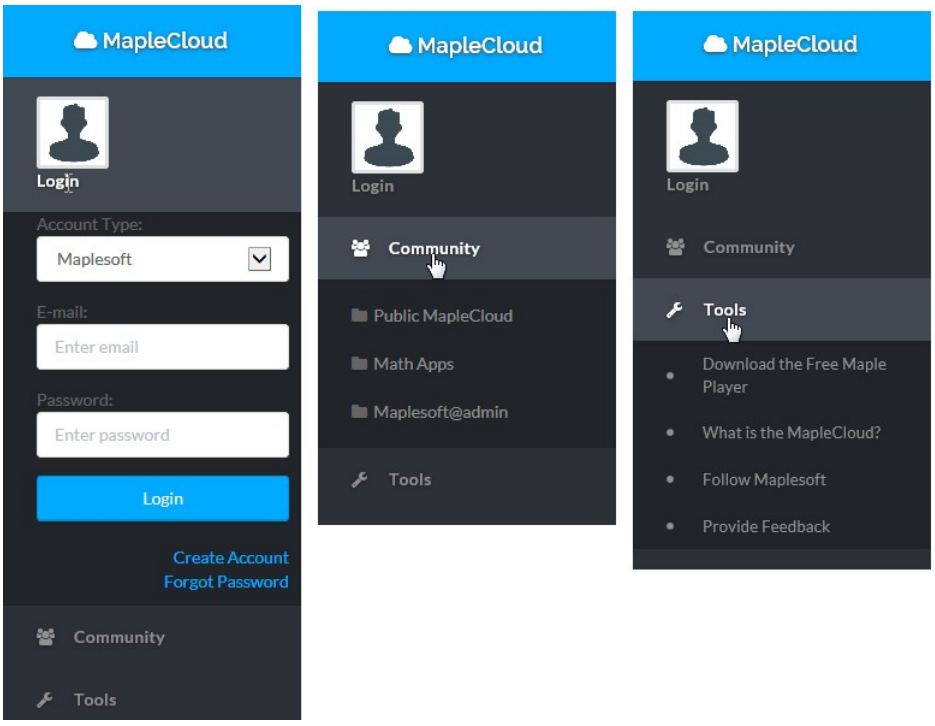


Obrázek 3.39: Rozbalení či sbalení levého menu

Levé menu obsahuje tři hlavní položky:

- **Login**: umožňuje přihlášení do MapleCloud, a to pomocí Maplesoft komunity účtu případně Google účtu.
- **Community**: obsahuje jednotlivé skupiny, a to jak globálně dostupné, tak i skupiny, ve kterých je uživatel členem, případně přímo skupiny vytvořené uživatelem. Bez přihlášení uživatele jsou dostupné pouze skupiny globálně dostupné, tedy ty stejné, jako v Maple.
- **Tools:** rozbalí odkazy pro dostupné nástroje případně další užitečné odkazy, např. stažení aplikace Maple Player, odkazu na novinky v MapleCloudu apod.

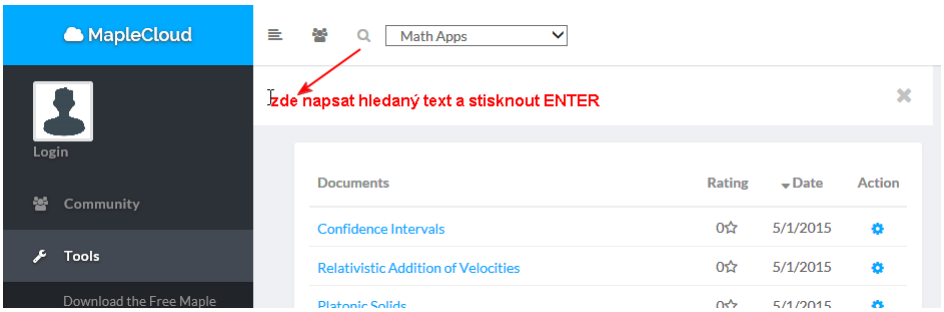
Jednotlivá zobrazení levého menu jsou přehledně ukázána na obr3.40.



Obrázek 3.40: Jednotlivá zobrazení levého menu systému MapleCloud

Vyhledávání dokumentů

Vyhledávání dokumentů v systému MapleCloud je možné pomocí ikony lupy . Po kliknutí na ni se objeví lišta pro zadání hledaného textu, do které se napíše hledaný text a pak se stiskne klávesa ENTER, viz obr. 3.41.



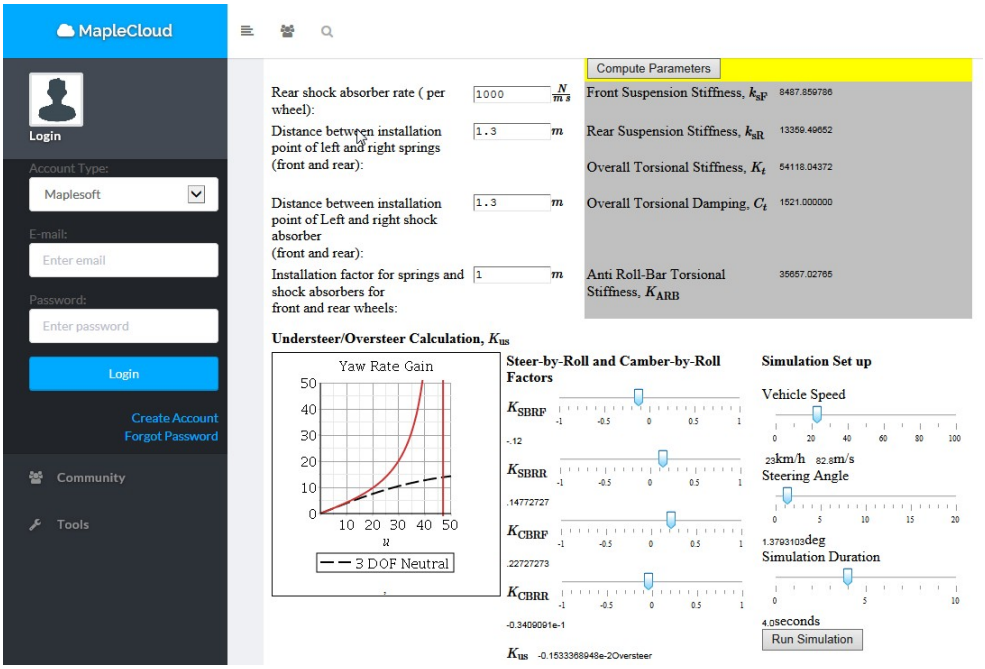
Obrázek 3.41: Vyhledávání dokumentů v systému MapleCloud

Poznámka:

V některých prohlížečích se bohužel stává, že lišta není dostatečně zobrazena, v tom případě po kliknutí na ikonu vyhledávání jednoduše začněte psát text a následně stiskněte ENTER a vyhledané dokumenty se zobrazí.

Otevírání dokumentů

Otevření nalezeného dokumentu v systému MapleCloud je velmi jednoduché. Stačí kliknout na název dokumentu a dokument se v prohlížeči otevře. Není nutné mít nainstalován žádné další doplňkové programy. Systém MapleCloud využívá možnosti jazyka HTML5. Na obr. 3.42 je ukázáno, že dokument otevřený dokument v systému MapleCloud může obsahovat i interaktivní dokumenty Maple, které lze jednoduše používat, a v prohlížeči budou fungovat. Toho využijeme v kombinaci palet MapleCloud a Componets z PALETY v Maple.

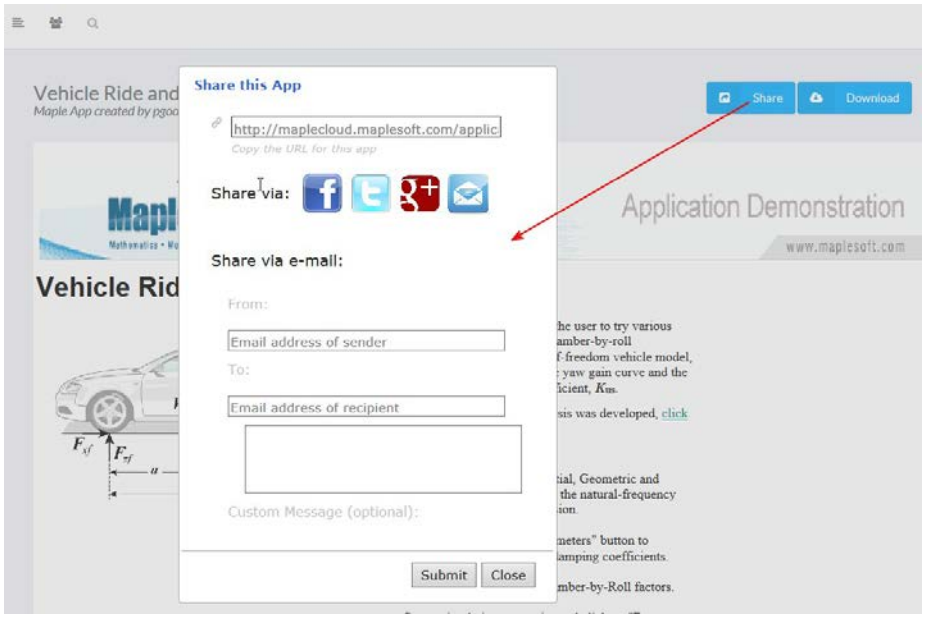


Obrázek 3.42: Otevřený dokument s interaktivními prvky ve webovém rozhraní MapleCloud

Sdílení dokumentů či složek

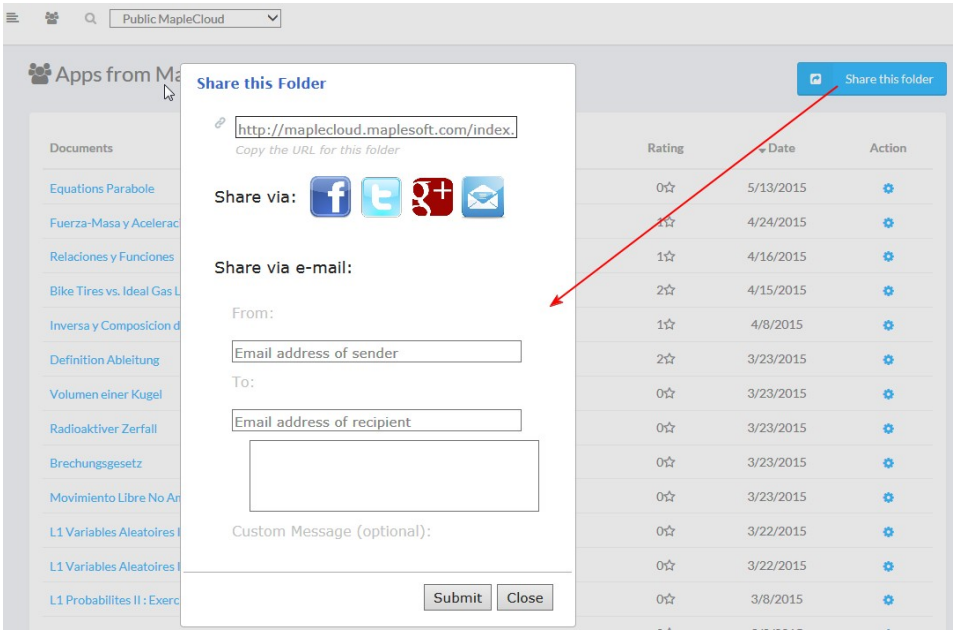
Po otevření konkrétního dokument případně po otevření sekce či skupiny je možné dokumenty či složky sdílet s jinými uživateli. K tomu slouží tlačítko **Share**. Po jeho stisknutí se objeví webový formulář, který umožňuje zaslat odkaz na právě otevřený dokument jinému uživateli (případ vybrání emailu), případně je možné tento dokument sdílet přímo na sociálních sítích, jako je Facebook,

Twitter, či Google+, obr. 3.43.



Obrázek 3.43: Sdílení dokumentu pro jiné uživatele či na sociální sítě

Obdobná situace je i v případě sdílení celé složky s dokumenty, viz obr. 3.44.

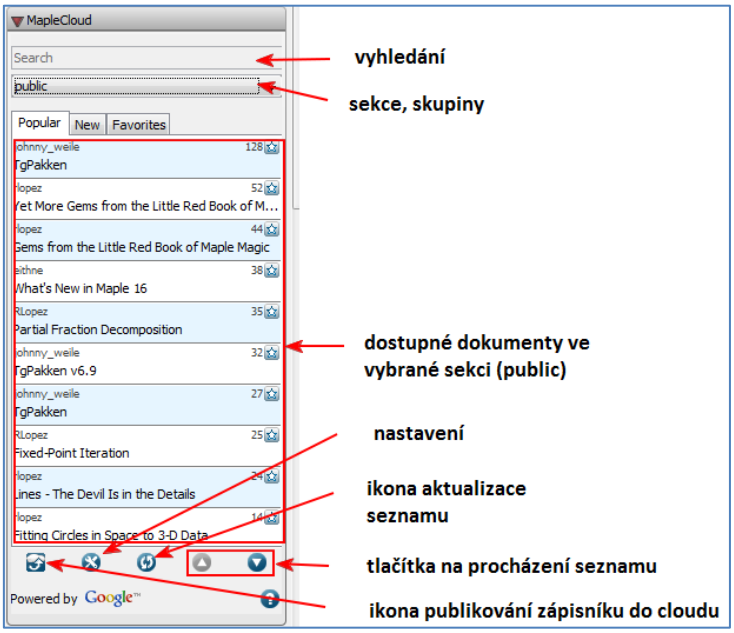


Obrázek 3.44: Sdílení složky pro jiné uživatele či na sociální sítě

Paleta MapleCloud

Systém MapleCloud umožňuje sdílet obsah zápisníku Maple a zobrazovat obsah zápisníků sdílených s jinými uživateli systému MapleCloud. Pomocí nástrojů v PALETĚ MapleCloud v zápisníku Maple, lze nahrát celý zápisník, nebo výběr z něho na hostitelský server systému MapleCloud a pak umožnit jiným uživatelům kopii tohoto zápisníku zobrazit a stáhnout na jiný počítač, kde má Maple nainstalován a tam jej spustit. Nástroje pro výměnu dokumentů v systému MapleCloud lze také použít k uložení zápisníků v soukromém (privat) umístění v systému MapleCloud, které není přístupné ostatním uživatelům.

Otevřením PALETY MapleCloud v levé části zápisníku Maple se zobrazí seznam sdílených zápisníků, ke kterým má uživatel oprávnění k jejich zobrazení. Lze také určit, kdo si může zobrazit obsah zápisníku, který sdílíte v systému MapleCloud nahráním jeho obsahu v dané uživatelské skupině. V systému MapleCloud jsou následující uživatelské skupiny: *public*, *private*, *Maplesoft@admin*, vlastní uživatelská skupina (např. RLopez) a *MathApps*. Na obr. 3.45 je uvedena PALETA MapleCloud, kde je zvolena uživatelská skupina public.



Obrázek 3.45: Paleta MapleCloud

V PALETĚ MapleCloud lze pomocí vyhledávacího pole provádět prohledávání dokumentů (zápisníků) ve vybrané sekci či skupině. Na obr. 3.45 se jedná o skupinu *public*.

V PALETĚ MapleCloud jsou tři následující přednastavené skupiny:

a) Skupina *public*: Všichni uživatelé Maple mohou zobrazovat a sdílet obsah zápisníků skupiny "public". Obsah zápisníku v této skupině mohou si zobrazit všechny komunity používající MapleCloud. Všichni uživatelé Maple jsou členy této skupiny. Chcete-li sdílet však obsah Vašeho zápisníku, musíte být přihlášeni v systému MapleCloud. Nemusíte být přihlášen, abyste si zobrazil obsah sdílený jinými uživateli.

b) Skupina *Maplesoft@admin* umožňuje jen čtení zápisníků. Jsou zde zobrazeny dokumenty jako Novinky v Maple, základní školení Maple apod. Maplesoft v ní sdílí například zápisníky, aplikací a další obsah, který může pomoci s řešením projektů v Maple. Všichni uživatelé Maple jsou členy této skupiny. Není nutné být přihlášen k zobrazení obsahu zápisníku v této skupině.

c) Skupina *MathApps* umožňuje využití aplikaci z MathApps v zápisníku Maple. Uživatel Maple si může zvolit libovolnou aplikaci z této skupiny. Existují stovky interaktivních aplikací Math Apps dostupných v systému MapleCloud, např. z diferenciálního a integrálního počtu, lineární algebry statistiky, grafů, fyziky, inženýrství a dalších. Aplikace MatApps je možno načíst i z HLAVNÍHO MENU pomocí záložky Tools > MathApps.

Při přihlášení do systému MapleCloud jsou k dispozici ještě dvě další skupiny:

a) Skupina *privat*: V této skupině lze nahrávat obsah dokumentů, aby byly dostupné odkudkoliv na Internetu. Uživatelé, kteří nejsou členové této skupiny si nemohou zobrazit obsah dokumentů v této skupině *privat*. V této skupině lze nahrát obsah zápisníku, například pro uložení jeho obsahu, který se chce načíst v jiném počítači.

b) *Vlastní uživatelské (customs) skupiny*: Kterýkoliv uživatel Maple, který je přihlášen v MapleCloud může vytvořit vlastní skupinu. Ve vlastní skupině vlastník skupiny schvaluje požadavky uživatelů pro připojení ke skupině a přiřadí členům skupiny oprávnění pro zobrazení a sdílení obsahu. Například vlastník skupiny může omezit členy skupiny ze sdílení obsahu a prohlížení obsahu sdíleným ostatními členy. Uživatel, který vytvoří skupinu, se automaticky stává vlastníkem skupiny a může spravovat členství ve skupině a obsah sdílených zápisníků ve skupině. Kromě schvalování žádosti o připojení do skupiny a přiřazování oprávnění členům skupiny může vlastník skupiny odstranit členy ze skupiny a odstranit obsah, který sdílí její členové.

V PALETĚ MapleCloud lze vybrat ze zvolené skupiny tři typy dokumentů (obr. 3.39):

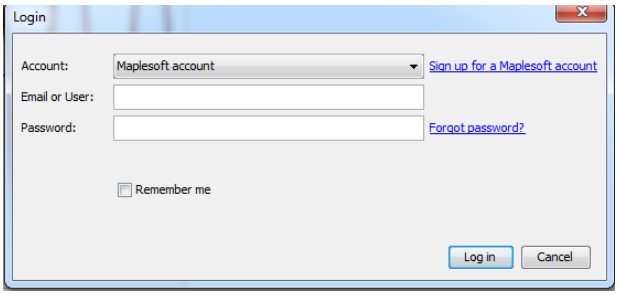
- **Popular** – zobrazuje nejpopulárnější dokumenty v této skupině;
- **New** – zobrazuje nové dokumenty v této skupině;
- **Favorites** – zobrazuje uživatelem nadefinované oblíbené dokumenty v této skupině.

Pro procházení dokumentů v dané skupině slouží tlačítka označena jako „tlačítka na procházení seznamu“ na obr. 3.45. Pomocí těchto tlačítek se zobrazují další strany dostupných dokumentů.

V případě nutnosti aktualizace zobrazení je možné kliknout na ikonu , viz obr. 3.45.

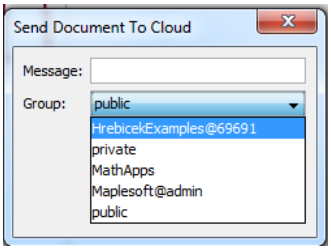
Publikování dokumentu do systému MapleCloud

Ikona v PALETĚ MapleCloud slouží pro uložení dokumentu do systému MapleCloud a kliknutím na ni se vyvolá dialog, kde se nepřipojený uživatel, viz obr. 3.46, musí nejprve nalogovat pomocí svého uživatelského jména a hesla a stisknutím „Log in“.



Obrázek 3.46: Okno pro připojení k Maplesoftu

Po nalogování se otevře další okno, viz obr. 3.47,



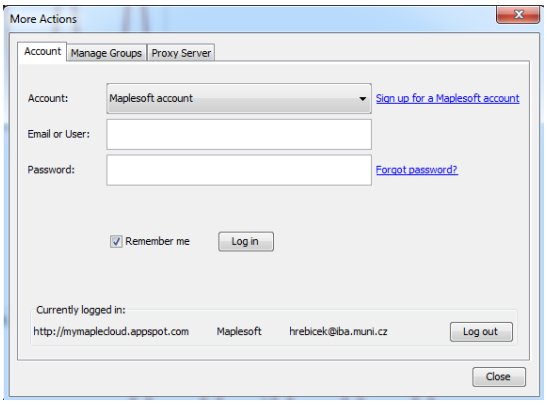
Obrázek 3.47: Okno pro zaslání dokumentu do MapleCloud.

kde je možné zvolit skupinu a název dokumentu, který se chce uložit do systému MapleCloud.

Nastavení komunikace s systémem MapleCloud

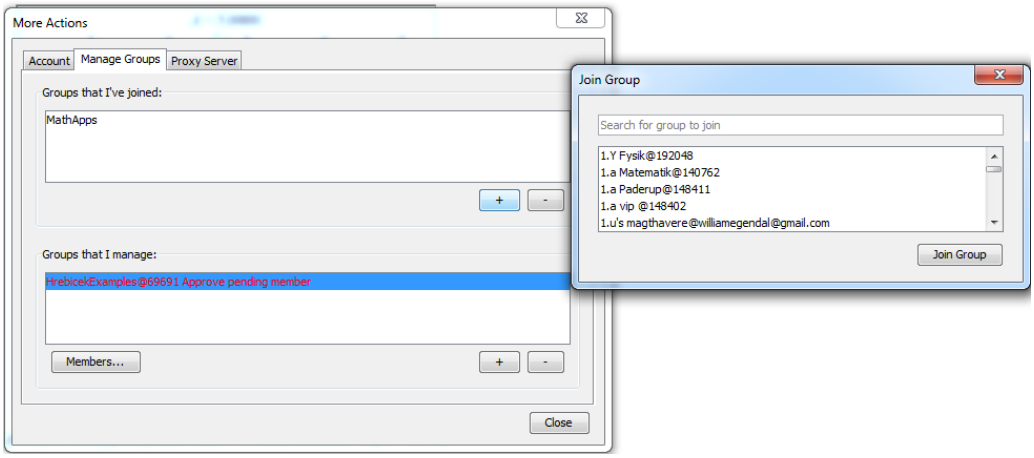
Kliknutím na ikonu nastavení se vyvolá dialog nastavení se systémem MapleCloud, ve kterém

je nejprve nutné se přihlásit ke svému uživatelskému účtu, viz obr. 3.48.



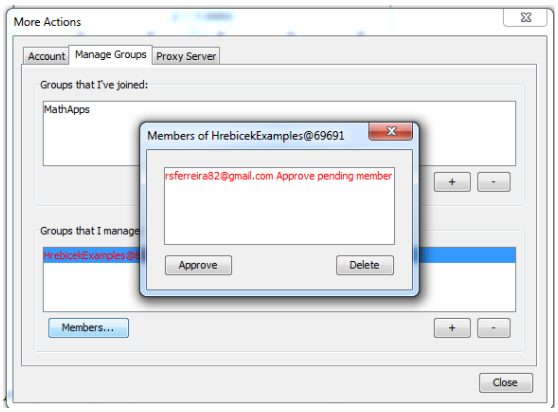
Obrázek 3.48: Okno nastavení po přihlášení do MapleCloud.

V dialogu nastavení po kliknutí na záložku Manage Groups možné vytvářet, sdílet, mazat skupiny, upravovat přístup uživatelů do skupin apod., viz obr. 3.49 a 3.50.



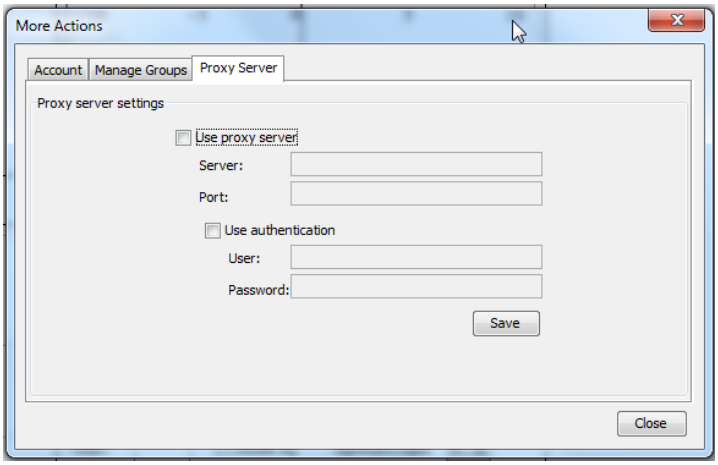
Obrázek 3.49: Okno nastavení Manage Groups

Ikona nastavení v PALETĚ MapleCloud se může měnit. Standardně je bez zobrazeného zeleného křížku (+). V případě, že je v ní zobrazen zelený křížek znamená to, že nějaký uživatel čeká na povolení pro vstup do Vaší skupiny (na obr. 3.49 HrebicekExamples269691 Approve pending member). Kliknutím na záložku Members… se otevře dialogové okno, kde můžete čekajícího uživatele potvrdit nebo ne.



Obrázek 3.50: Okno nastavení Manage Groups

Je možné také nastavit „proxy server“ pro připojení, když je uživatel za tzv. proxy serverem. To se udělá kliknutím na záložku Proxy Server, viz obr. 3.48, kterou se otevře okno

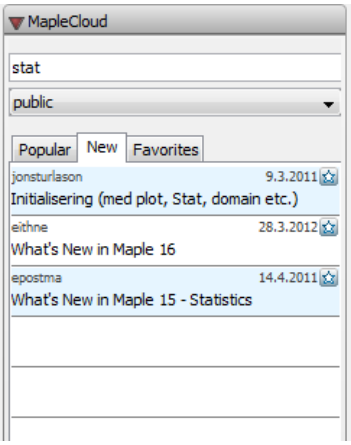


Obrázek 3.51: Nastavení Proxy Serveru

Pokud je proxy server nastaven ve vašem defaultním připojení uživatelova počítače k internetu (proxy server nadefinován ve Windows), pak se většinou podaří připojit k MapleCloud bez nutnosti explicitního nastavení proxy server přímo v Maple.

Vyhledávání dokumentů

Pro vyhledávání dokumentů ze systému MapleCloud přímo v PALETĚ MapleCloud je nejprve nutné zvolit správnou sekci či skupinu (*public, MathApps*, …), a dále je nutné přepnout záložku **Popular** na **New** případně **Favorites** (zde je zase nutné být přihlášen, neboť se vyhledává mezi dokumenty označenými jak oblíbené), neboť záložka **Popular** reprezentuje pouze dokumenty v pořadí daném jejich popularitou. Pak následně do vyhledávacího pole (obr. 3.39) zadat hledaný text. Pokud nějaký dokument odpovídá dotazu je následně zobrazen v seznamu dostupných dokumentů v PALETĚ MapleCloud. Na obr. 3.44 je výsledek po vyhledání klíčového slova „stat“ v sekci public, kde byly nalezeny tři dokumenty.



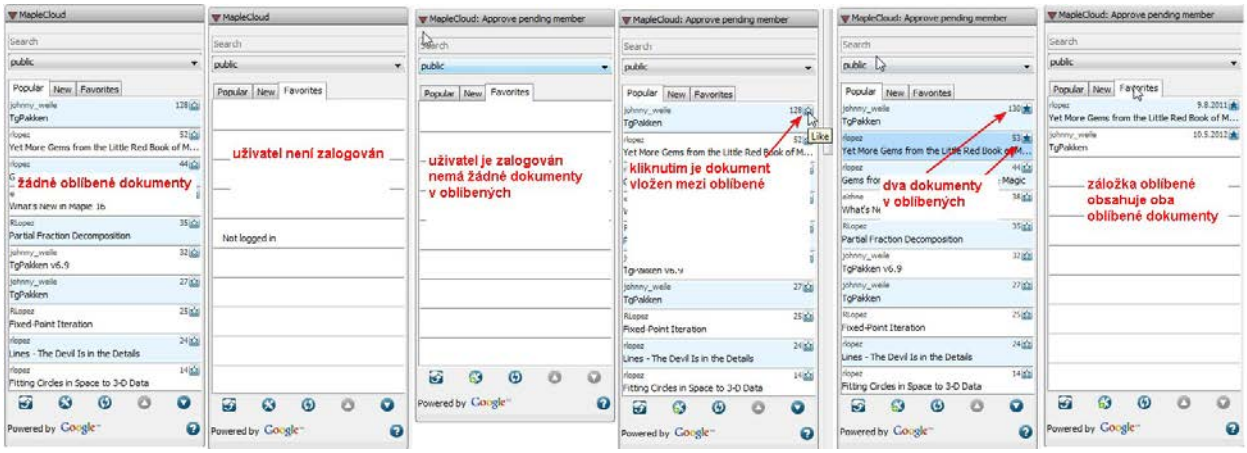
Obrázek 3.44: Vyhledání klíčového slova „stat” v sekci public

V případě, že není nic nalezeno, je seznam prázdný případně s textem o nenalezení žádného dokumentu.

Nastavení oblíbených dokumentů v MapleCloud

Maple umožňuje označit některé dokumenty přístupné v PALETĚ MapleCloud jako oblíbené (tj. přidat dokument do oblíbených). V tomto případě je však nutné se nejprve přihlásit do systému MapleCloud, neboť tento označený seznam je navázán na daného uživatele.

Pro přidání dokumentu mezi oblíbené stačí kliknout na ikonu hvězdičky v pravém horním rohu u názvu dokumentu. Následující obrázek ukazuje jednotlivé možnosti označování oblíbených dokumentů.



Obrázek 3.45: Oblíbené dokumenty a práce s nimi PALETĚ MapleCloud

Úlohy k procvičení

V následujících cvičeních vytvořte matematický model systému a implementujte jej v Maple a nalezněte možné typy řešení modelu s využitím komponet z PALETY Componet.

Cvičení 2.1:

Mějme populaci P, kde P(t) je počet jedinců v čase t, která má konstantní specifickou míru růstu populace r (viz popsaný Malthusovský model) a v čase t=0 bude mít populace P_0 jedinců. Uvažujme modifikovaný model, kde zahrneme vliv vnitrodruhové konkurence, tj. populace musí bojovat o omezené zdroje potravy a specifická míra růstu r bude funkcí r(P) velikosti populace P a bude klesat s její velikostí. Verhust navrhl tuto funkci r(P) jako lineární klesající funkci ve tvaru r(P) = r(1-P/K), kde kladný koeficient K se nazývá kapacita prostředí. Pokud velikost populace dosáhne kapacity prostředí K, přírůstek populace r(P) bude nulový, tj. je to tedy horní hranice velikosti populace P(t), kterou je prostředí schopno uživit. Dále budeme předpokládat, že specifická míra růstu r(0) = r >0, tj. je kladná. Tento model se v literatuře nazývá logistický model.

Vytvořte spojitý a diskrétní matematický model (logistický model), implementujte jej v Maple s využitím komponent z PALETY Components s interaktivními grafy, kde se budou měnit parametry r a K.

Cvičení 2.2:

Vytvořte pomocí palet MapleCloud dokument, který nahrajete do systému MapleCloud jako public a ověříte jeho funkčnost ze zvoleného prohlížeče.