

# MAPLE PRO E-LEARNING MATEMATIKY A MATEMATICKÝCH DISCIPLÍN V EKONOMICKÝCH STUDIJNÍCH PROGRAMECH

RNDr. Zuzana Chvátalová, Ph.D.

Brno, University of Technology, Czech Republic, Kolejní 4, 612 00 Brno, E-mail: [chvatalova@fbm.vutbr.cz](mailto:chvatalova@fbm.vutbr.cz)

## Abstrakt

Volba konkrétního software může být rozhodující nejen pro okamžitou potřebu řešit ekonomický problém, ale i pro perspektivní pěstování návyků managerů, schopných odpovědně a kreativně rozhodovat, reagovat na změnu podmínek a řídit jevy ekonomického prostředí. Článek prezentuje některé atributy systému Maple jako nástroje výrazně podporujícího e-learning matematiky a matematických disciplín a jejich aplikací v ekonomických studijních programech jako přípravy pro praxi.

## Klíčová slova

Systém Maple, matematika a matematické disciplíny, ekonometrie, informační a komunikační technologie, e-learning, ekonomické jevy a prostředí.

## 1 ÚVOD

Aplikační síla matematiky a matematických disciplín, stále vyšší potřeba využívání **kvantitativních metod v ekonomii** a široký výpočetní, vizualizační a simulační potenciál nástrojů **informačních a komunikačních technologií** (ICT) v uživatelském povědomí společnosti, a to i při řešení problémů ekonomické praxe, v přípravě na ni, tj. ve vzdělávacím procesu, též ve vědě a výzkumu ekonomického prostředí, vedou k neodkladným zásahům v metodách, formách i obsahu vyučovaných předmětů matematického základu v ekonomických studijních programech. Z pohledu vývoje se jeví stále potřebnější sledovat nejen statistiky ekonomických jevů, ale především zkoumat a měřit nejruznější souvislosti a vztahy ekonomických veličin užitím kvantitativních metod. Jednou z možností, jak přiblížit matematiku studentovi ekonomické fakulty, a přispět tak k humanizaci výuky, je využít potenciálu výpočetní techniky a internetu. (Friedrich, Hrbáč, Michalcová, 2006).

Charakter dnešního ekonomického prostředí je utvářen dvěma mocnými silami – technologií a globalizací (Kotler, 2002). Celospolečenské trendy v terciárním sektoru podporované řadou reforem a deklarací posilují modernizaci vysokoškolské výuky, implementaci prostředků ICT, a to jak z pohledu studenta, tak z pohledu učitele. Naopak některé nežádoucí tendence (neustálá snaha zjednodušovat učivo, konzervativnost a přezrálá rutina, ale někdy i nadměrná až nežádoucí péče o pohodlí studenta či přeceněná atraktivita některých nově vznikajících předmětů apod.) bohužel podporují nechuť k samostatnému matematickému myšlení, učení se matematice, nepřiměřenému respektu před matematikou, a v konečném důsledku k následné eliminaci dotace některých matematických disciplín, a to i v ekonomických studijních programech. Tento současný obecný nežádoucí a diskutovaný trend v České republice (ČR) však rovněž podléhá častým systémovým zásahům, nestabilitě a změnám. V matematice nejde totiž jen o zvládnání určitých výpočetních praktik nutných pro její konkrétní početní aplikace. Jde zejména o trénink logiky myšlení, schopností abstrahovat, odůvodňovat fakta, předvídat či odhadovat vývoj, korektně přenášet informace, podpořit schopnost kombinovat, umět vnést systém, časoprostorovou představivost, eliminovat nepodstatné skutečnosti apod. Určitý stupeň **matematizace** společnosti mj. podporuje navíc nezbytný současný společenský rys, její **informatizaci** a **schopnost komunikovat**.

Naštěstí i **potřeby praxe** se po roce 1989 v ČR výrazně transformovaly. Stále progresivněji podtrhují nezbytnost produkce vysokoškolských absolventů nejen vybavených vědomostmi, ale především v jejich nadstavbě ve spojení s porozuměním a schopnostmi zdatně aplikovat i své dovednosti pro uplatnění na trhu práce, dynamicky reagovat na změny, správně transformovat informace, schopné provádět samostatná sofistikovaná rozhodnutí, modelovat, analyzovat a řešit problémy někdy i interdisciplinárního charakteru, kreativně řídit pracovní tým, umět komunikovat, být flexibilní.

**Vysokoškolský znalostní transfer** musí být chápán jako dynamický, komplexní proces, otevřený změnám či novým podmínkám, schopný poskytnout absolventovi nejen vědomostní obsah, ale i generovat prostředky pro získání jeho určitých vlastností, návyků a dovedností s nimi smysluplně manipulovat, tj. vysoká škola by měla vyprodukovat absolventa nejen akademicky vybaveného, ale i zaměstnatelného, „...vyprodukovat absolventa, který je schopný se uplatnit na trhu práce. Nikoliv absolventa, který vstupuje do systému připravených, tabulkových míst, která vymyslel nějaký státní úředník a do kterých si mají sednout. To hlavní je flexibilita na trhu práce. Trh práce se mění mnohem rychleji, než si všichni dokážeme představit, a ty obecné znalosti, které se člověk naučí na škole, umožní především reagovat na ty změny.“<sup>1</sup> (Zlatuška, 2006).

Po roce 1989 výukové cykly nabývají nejrůznějších parametrů. Řada výzkumů však prezentuje, že ČR patří mezi země Evropské unie s velmi nízkým počtem vysokoškolsky vzdělaných lidí. Potřebu vysokoškolského vzdělání nelze přehlížet kapacitně, ani kvalitativně, a to ve spirále času. Pro podnikatelskou či obecně ekonomickou sféru je třeba jednak primárně vzdělávat perspektivní lidi a identifikovat talenty, jednak vzděláním doplňovat i množství schopných a vytížených managerů již působících na ekonomicko-podnikatelském poli. K tomu slouží zejména moderní netradiční formy vzdělávání a výraznou perspektivní devizou toho pak je podpora a racionální nasazování prostředků ICT v široké komplexnosti. Matematické disciplíny v ekonomických studijních programech jsou orientovány především pro **aplikační účely matematických výstupů v ekonomických oborech** a je neoddiskutovatelné, že **pro ekonomii jsou nevyhnutelné**. Měla by být vyvíjena snaha komplexně nahlížet na tyto disciplíny, a tím vytvářet prostor vzájemné návaznosti vyučovaných metod a užívaných prostředků (Chvátalová, 2007). Pokusy ekonomů vytvářet matematické modely strategických hospodářských vazeb a tyto vazby kvantifikovaně specifikovat za pomoci statistické analýzy časových řad se ukázaly skutečně jako úspěšné. Právě tato linie ekonomického výzkumu, matematická ekonomie a ekonometrie, charakterizovala vývoj naší disciplíny v posledních desetiletích. Je proto přirozené, že cena Švédské banky věnovaná památce Alfreda Nobela a udělovaná poprvé v ekonomické vědě, byla přisouzena dvěma průkopníkům na tomto poli výzkumu: Ragnarů Frischovi z Norska a Janu Tinbergenovi z Holandska. Od 20. let se práce profesora Frische a profesora Tinbergena ubíraly v podstatě stejným směrem. Jejich cílem bylo poskytnout ekonomické teorii matematickou přesnost a prezentovat ji, která dovoluje empirickou kvantifikaci a statistické testování hypotéz. Šlo především o snahu oprostit se od vágního, spíše „esejistického“ typu ekonomie<sup>2</sup> (Jonáš, 1994).

**Implementace vhodných prostředků ICT** výrazně napomáhá jak tradičním, tak zejména netradičním formám výuky (nejen disciplín spjatých s matematikou).

## 2 POČÍTAČOVÝ SYSTÉM MAPLE JAKO PODPORA E-LEARNINGU

➤ **E-learning** jako progresivní metoda aktivující výukový proces využívá současných komunikačních a informačních možností multimediálních nástrojů a interaktivní časově a prostorově nezávislou formu studia. Přitom cílovým objektem je student a jeho vzdělání.

<sup>1</sup> Zdroj: <http://www.modernibmo.cz/rozhovor.htm?rozhovor=39>

<sup>2</sup> Z projevu profesora Erika Lundberga, člena Královské akademie věd.

Nasazení e-learningové formy výuky vyžaduje:

- **zajištění odborníků** (garantů, vyučujících, tutorů, administrátorů aj.) ochotných a schopných akceptovat nejen novinky svého oboru, ale i nové výukové trendy, a nakloněných novým výukovým on-line metodám i kontaktu se studenty a ostatními účastníky výuky,
  - **komplex nástrojů ICT vhodnou volbou počítačového systému** pro výuku, která by neměla podléhat neznalosti a špatné orientaci jednotlivce, měla by být uvážena, podléhat seriózním rozhodnutím na základě široké informovanosti o daném systému, jeho specifikách či komplexnosti, jak vzhledem k požadavkům potřebných oborů, tak i pro přestování vhodných návyků do budoucnosti, zohledňovat potřeby všech stupňů vysokoškolské výuky (orientac v oboru, samostatné řešení problematik daného oboru, možnost vědeckých a výzkumných výstupů a návaznost s praxí), dopřát určitou míru uživatelské nezávislosti.
- Současný rychlý vývoj nástrojů ICT nachází odezvu v široké uživatelské klientele. **Systém Maple** produkt počítačové společnosti **Maplesoft Inc.** (<http://www.maplesoft.com>) výrazně proniká do celé řady zejména vzdělávacích, vědecko-výzkumných, ale i komerčních oblastí.

Systém je vyvíjen téměř třicet let na předních vědeckých pracovištích v Evropě a Kanadě, v současnosti v Kanadě společností Maplesoft od zkušebních konceptů, prvních komerčních verzí i pro PC, přes postupné rozšiřování možností (zahrnující nejrůznější matematické obory): jako *dokonalější interaktivní výpočetní a grafické 2D a 3D výstupy, předdefinované funkce a příkazy, včlenění technického dokumentu, speciálních knihoven a odborných slovníků, interaktivních průvodců, asistentů a obslužného manuálu, zařazení dalších pohodlí zvyšujících pracovních a komunikačních komponent: (šablon, palet nástrojů, kontextových nabídek, zdokonalení kreslicí a řídicí pracovní plochy, implementace na web aj.)* prošel vývoj Maple mnoha verzemi a podverzemi. Z bezprostředně předchozích současné verze **Maple 11**, nejen vzhledem k razantnosti a expanzi dalších nových výpočtových a obslužných prostředků, ale i vzhledem k dalším možnostem využití systému vedoucím ke komplexnosti a modernizaci výuky, zejména e-learningu, a využití v praxi, je třeba zdůraznit verzi **Maple 9** a **Maple 10**.

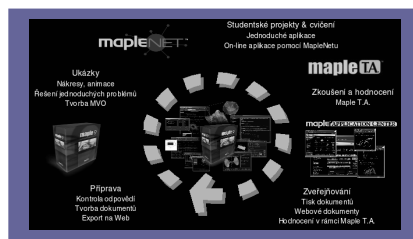
Výrazným atributem Maple je, že zahrnuje systémy pro numerické výpočty i pro symbolické výpočty (Symbolic Computing System, SCS). Lze tak modelovat, operovat, simulovat, počítačově vizualizovat a dokumentovat struktury různých matematických oborů, a tím podporovat jejich aplikovatelnost. Vývoj v oblasti teorie symbolických a algebraických výpočtů v posledních třiceti letech zaznamenává výrazný pokrok; jednou z jeho nosných předností je široká aplikovatelnost vědeckých výpočtů i na složitějších matematicko-ekonomických modelech (Gander, Hřebíček 2004).

Systém Learning Management System (LMS), krátce Matematický e-learning (ME), byl vyvinut zejména pro podporu moderních netradičních způsobů výuky matematických disciplín. Systém poskytuje:

- posluchačům pracovní prostředí pro porozumění probírané problematice v širších souvislostech a pro procvičení učiva. Základním prostředím pro výuku i pro tvorbu odborných dokumentů je strukturovatelný Zápisník (Worksheet). Technologií Maplet je možné vytvářet standardní grafické uživatelské rozhraní, které pracuje společně s matematickým prostředím Maple. Technologie MapleNet sestává ze dvou spolupracujících serverů, umožňujících studentům, kteří nemají nainstalovaný Maple, ale mají přístup k serveru MapleNet, zpracovávat mapletovské výukové objekty (MVO) prostřednictvím Internetu využitím Java prohlížečů,
- učitelům a tutorům nástroj pro prezentaci přednášek, tvorbu strukturovaných výukových materiálů a testů. Maple T.A. je webovsky orientovaný systém pro testing

znalostí studentů zpracováním úloh, včetně jejich vyhodnocení a možné následné statistiky nedostatků, úspěšnosti atd., garantům výuky skýtá nadhled nad výukou a vstupy do ní,

- administrátorům předkládá snadno konfigurovatelný nástroj (Chvátalová, 2007).



Obrázek 1. Cyklus výuky matematiky s využitím systému ME

### 3 CZECH MAPLE USER GROUP - ČESKÝ KLUB UŽIVATELŮ MAPLE

V ČR se systému Maple dlouhodobě těší řada institucí, vzdělávacích, především univerzitních i vědecko-výzkumných pracovišť. V květnu 1997 byl založen **Český klub uživatelů systému Maple** – CzMUG (Czech Maple User Group) (<http://www.maplesoft.cz>), který podporuje spolupráci českých uživatelů Maple, organizuje workshopy, kurzy a semináře pro výměnu zkušeností, informuje o novinkách a akcích vztahujících se k užívání Maple, prezentuje dovednosti a zkušenosti českých uživatelů Maple na mezinárodních konferencích, zastupuje české uživatele především přímým kontaktem se společností Maplesoft účastí na fórech jí pořádaných. Významnou předností je jeho **podpora tvůrčích aktivit a vývoje elektronických i fyzických publikací s aplikacemi Maple jak pro výuku, tak pro praxi v jazyce českém**, čímž **akcentuje e-learning ve vzdělávacích programech v ČR**. Výhodou je i jeho rozsáhlý aktuální a systematický servis uživatelům Maple v ČR. Existují individuální internetové stránky, na nichž čeští odborníci prezentují své výsledky, procedury řešící určité odborné problémy v Maple, hodnotí své zkušenosti s aplikacemi a užíváním Maple. Někteří čeští experti participují na vývoji Maple, a přispívají tak k radě jeho zdokonalení. Společností Maplesoft podporované programy Maple Connect Premier a Maple Connect využívají zpětné vazby uživatelů, jejich otázek či komentářů.

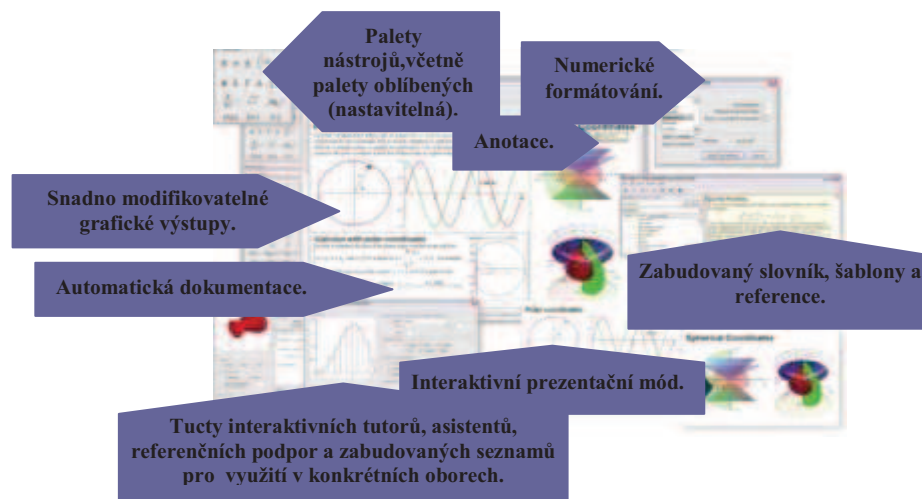
### 4 SOUČASNÁ VERZE MAPLE 11

Na jaře roku 2007 byla uvedena současná verze **Maple 11** (mj. v těchto dnech jedná mezinárodní fórum v Paříži představující „horkou“ právě připravovanou verzi Maple 12 a s ní související aktuální produkty zejména pro simulace jevů). V konkurenci vynikajících počítačových software podporujících matematiku a její aplikace Maple stále zaujímá v celosvětovém měřítku všeobecně uznávané postavení pro řadu specifík. Zaměříme se ve verzi Maple 11 na fakta podporující potřeby výuky, zejména e-learningu, v korespondenci s předchozí výrazně inovovanou a široce užívanou verzí Maple 10.

➤ Maple 11 (Hřebíček, Žák 2007; Chvátalová 2007) znamená další transformaci systému k jednoduchosti, porozumění jeho vývoji a významu jeho komponent. Nabízí stále komfortnější a uživateli bližší pracovní, samostatně obslužné prostředí (včlenění nástroje na operativní „procesování“ systému), a to precizací a posílením exkluzivně:

- tzv. **chytrých dokumentů**: rychlá ovladatelnost funkčních a pracovních komponent, zpřehlednění a členění dokumentu, podpora interaktivity uživatele a systému, srozumitelná navigace, automatická prezentace výpočtů, numericky, vizuálně, s výběrem možnosti krok po kroku nebo v bloku, i se vstupem vlastního řízení, vložení popisů, automatická vnitřní dokumentace, reference a indexace operací, anotace, doplňky,

prezentace teoretického zázemí uvažované problematiky s hypertextovými odkazy, využití vlastního prezentačního módu, několikavrstvé zápisníky s možnostmi osobních komentářů, jejich snazší přenositelnost mezi různými operačními systémy, rozšíření jejich exportovatelnosti (LaTeX, HTML, RTF, MathML) a prezentace i „živých“ dokumentů na webu, převod příkazů do jiných programovacích jazyků (Fortran, C, Java, Matlab, VizualBasic atd.),



**Obrázek 2.** Ukázka dokumentu v Maple

- **kontextového menu:** interaktivní asistenti a tutoři, efektivní manipulace a prezentace 2D a 3D grafických výstupů, průnik 3D ploch, použitelnost kreslicí plochy přímo v Maple, pestřejší palety nástrojů, paleta volitelných oblíbených nástrojů, čas i prostředky šetřící obslužnost klikací kalkulus, rozšíření možností numerického formátování, vysoká numerická přesnost, další asistenti pro speciální funkce a užití vědeckých konstant, práce s tolerancemi a jednotkami v různých soustavách, rozpoznávač textu a znaků, vložení nových komponent, zdokonalená grafická kalkulačka, kvalitativně vyšší programovací elementy,
  - **doplňkových prostředků** (programy Maple Connect Premier – dodatkové prostředky pro odborné disciplíny, i pro podporu výuky, obzvláště e-learningu – Maplets for Calculus, Introduction to Derivative Securities, PSC functions aj.; Maple Connect – tvorba doplňků), přídatných produktů, propojitelnost se systémem Excel, Maple Toolbox for MATLAB, Block Builder for Simulink, Open Maple – CAD,
  - **výpočetního inženýrského a vědeckého zázemí**, zařazením nových knihoven: Graph Theory, Physics, Differential Geometry a možnostmi posílení matematiky (generátory řešičů rovnic, lineární algebra, vektorový počet) aj., zdokonalené odborné slovníky teoretických prostředků, geometrických, inženýrských interpretací aj.
- Maple 11 zařazuje stále více expandujících servisních a komunikačních aktivit pro uživatele:
- **rozřídění řešení úloh** pro nasazení dle cílového zaměření (uživatelských skupin, odbornosti aj.): *inženýrské návrhy, vědecké a operační výzkumy, finanční analýza, akademické instrukce a pokyny, studenti, testování, hodnocení*;
  - **dokumentační centrum, aplikační centrum** (prezentuje již řešené problémy praxe, modifikovatelné pro další možnosti aplikací, stažitelné), demonstrace produktů, filmové demo verze, programy pro trénink a posílení profesionality, živé i dokumentované webináře – instruktážní kurzy, měsíčník Maple Reporter, pravidelné informační aktuality, atraktivní diskuze význačných odborníků aj.,



### Download Application

The [Maple Application Center](#) contains thousands of Maple worksheets, Maple code and Maplet applications for virtually every field within mathematics. Examples of popular areas include:

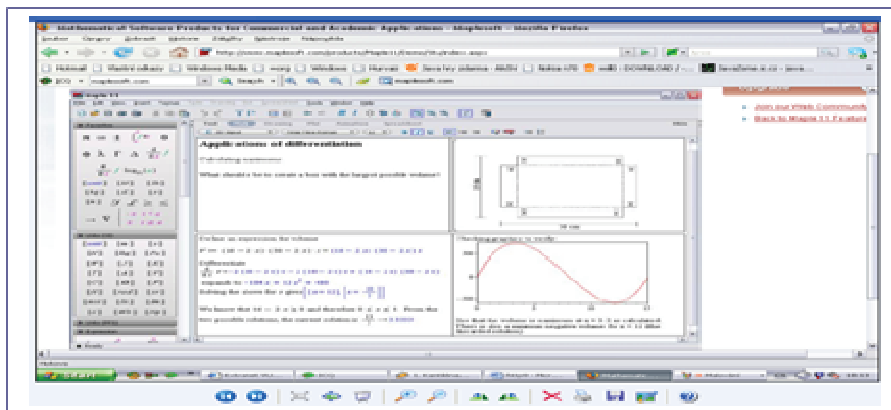
- A wide range of applications within Mathematics including [Complex Analysis](#), [Tensors Linear Algebra](#), [Numer Theory](#), and [Combinatorics](#),
- [Full courses and educational resources](#) within mathematics, science, computer science, and engineering.
- [Finance and Economic modeling](#).
- [Statistics and Data Analysis](#) applications.
- [High School Geometry, Trigonometry & Algebra](#).

Obrázek 3. Ukázka vybraných tématických celků aplikačního centra Maplesoft<sup>3</sup>

- **organizování mezinárodních fór**, on-line semináře ([www.maplesoft.webex.com](http://www.maplesoft.webex.com)), otevřené fórum uživatelů Maple Primes, Maple Conference související a reagující na podněty vznikající praktickými potřebami a zkušenostmi uživatelů, vývojem různých oborů a vznikem nových společensko-vědních problémů. Je tím dále posilována jak časová a prostorová nezávislost a samostatnost uživatelů, tak jejich přímá participace na vývoji aktualizovaných verzí systému Maple (Maple Connect, Maplesoft Developer Resources aj.).

➤ Studentské centrum Maple 11 zahrnuje a rozšiřuje:

- informace o výukových novinkách, on-line speciální prohlížeče, studentské fórum, instruktážní demo záznamy z pohledu studenta i učitele, samostatné studentské editace úloh a modelů, zařazení otázek, množství úloh k procvičování, vývoj cenové tvorby produktů a doplňků systému,

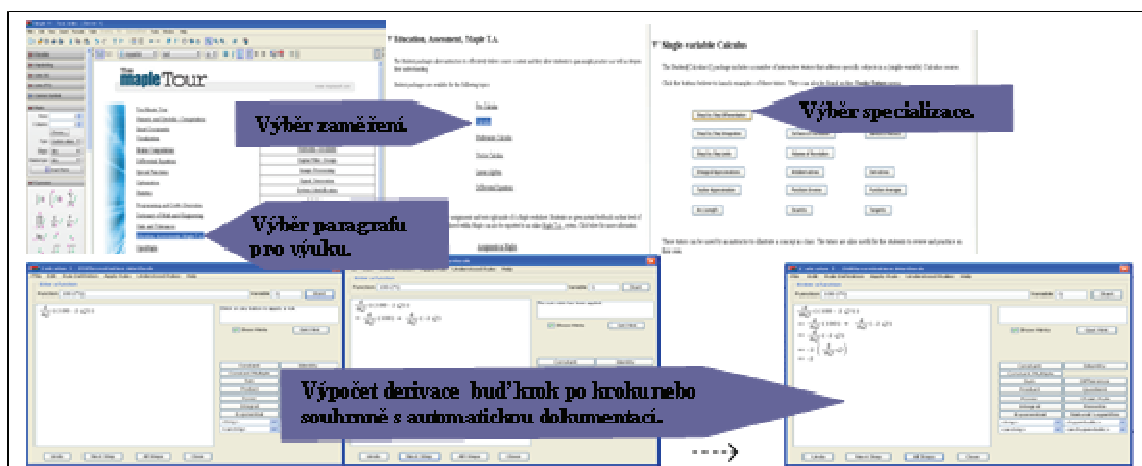


Obrázek 4. Úloha pro aplikaci diferenciálního počtu v Maple – editace, řešení, krok po kroku, dokumentace prováděných úkonů, anotace, grafická vizualizace

- MapleNet.11 – více zdokonalené výukové prostředí pro procvičení, oživení a zdynamičtění učiva využíváním na internetu i bez implementace vlastního Maple,
- Maple T.A.3.0 – významná technologie pro využití zejména e-learningu při modelování v oborech ekonomických, přírodovědeckých, technických, ale i společensko-vědních je opět posunuta do vyšší kvalitativní úrovně především kompatibilitou společných výukových trendů: všech zainteresovaných stran (student, učitel, administrátor, tutor), výukových či odborných cílů a formou výuky (strukturovanost, procvičení do různých úrovní s podporou interaktivity, příprava, kontrola, systém testování, statistika výsledků a

<sup>3</sup> Zdroj: <http://www.maplesoft.com/applications/>

hodnocení úrovně výuky, možnosti operativních dílčích i hromadných vstupů do výuky na úrovni garanta, možnost globálního mapování a srovnávání úrovně, např. program Testing Solutions from Maplesoft),



Obrázek 5. Interaktivní asistent z nabídky The Maple Tour pro prezentaci derivace

- Block Builder, Block Importer for Simulink lze využívat pro možnost tvorby mechanických a dynamických modelů a simulací zohledňující matematický aparát s možností zařazení do bloků Simulinku,
- Toolboxy zvyšující použitelnost konkrétních odborných problematik: např. Global Optimization with Maple Database Integration Toolbox, Maple-Nag Connector atd. Významnou oporou pro výuku, speciálně e-learning, jsou průvodci pro osvojení základů matematiky, řešené úlohy, zejména pro vybudování (a následný přechod) tak potřebného zázemí opírající se o znalosti středoškolské ke znalostem vysokoškolské matematiky, např. Maple 11 Student Edition, The Mathematical Survival Kit – Maple Edition, Calculus Study Guide, Precalculus Study Guide), elektronické publikace o využití Maple v inženýrské matematice (Advanced Engineering Mathematics with Maple), atraktivní nabídky (stažení některých aktualizací verzí, speciální programy benefiční The Maple Adoption Program pro akademické účely aj.).

## 5 UŽITÍ MAPLE V EKONOMETRII - DVĚ JEDNODUCHÉ UKÁZKY

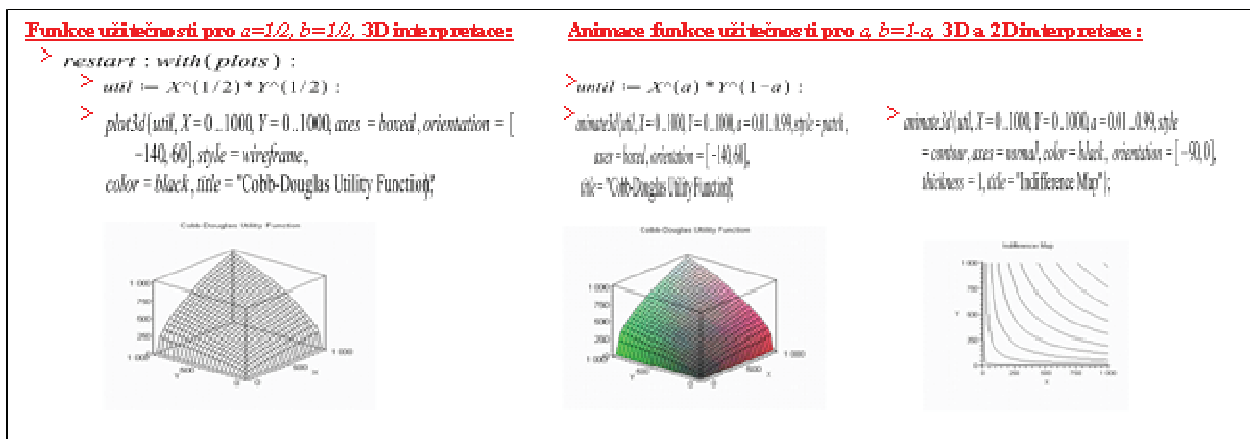
Ekonometrie jako kvantitativní ekonomická disciplína se zabývá především měřením v ekonomice na základě analýzy reálných statistických dat pomocí ekonometrických metod a modelů (Hušek, 1999). Podstata základní myšlenky tohoto oboru vybízí matematické disciplíny k poskytnutí svých prostředků a metod. Charakter dat, jejich zpracování, filozofie a realizace příslušných metod jsou v současnosti neodmyslitelné bez užití prostředků ICT nejen při budování tohoto oboru ve výuce, ale zejména pro jeho následnou aplikovatelnost v praxi.

**Ukázka 1 – stručně:** Je prezentováno užití komunikačního prostředí Maple, možnost sdílení zkušeností jiných uživatelů Maple, jako významná vlastnost tohoto systému. Široce rozpracovaným dokumentem pro objasnění problematiky užitečnosti je **Zápisník Davida W. Boyda<sup>4</sup> archivovaného v knihovně Aplikačního centra Maplesoft (Finance a ekonomické modelování)** (<http://www.maplesoft.com/applications/>) (Hřebíček, Chvátalová, 2006).

Lidé často mísí pojmy užitek a potřebnost (Slavin, 1996). Užtková funkce (Utility Function) je způsob pro přidělení určitého čísla každému možnému spotřebnímu koši tak, aby

<sup>4</sup> The Use of Maple in Undergraduate Microeconomics Instruction by David W. Boyd, Department of Economics, Denison University, Granville, OH 43023.

preferovanějším spotřebním košům bylo přiřazeno číslo vyšší, než méně preferovaným spotřebním košům (Varian, 1995). Ve výuce ekonometrie, zejména pro možnost geometrické interpretace, je důraz kladen na analýzu funkcí užitečnosti  $U(X,Y)$  dvou proměnných (ceteris paribus), kde  $X, Y$  vyjadřují zjednodušeně řečeno množství dvou různých komodit (určitý spotřební koš). Funkce užitečnosti jsou často modelovány závislostmi tvaru  $U(X,Y) = X^a Y^b$ , kde konstanty  $a, b \in (0;1)$  (jde o příklad tzv. Cobb-Douglasovy funkce). Grafickým výstupem této funkce je pak plocha v trojrozměrném prostoru. Studentům však často dělá problémy se v 3D objektu správně zorientovat, příp. samostatně jej ručně načrtnout, a tím v konečném důsledku korektně pochopit ekonomické závislosti. Maple takové objekty efektně vykreslí v 3D, příp. v 2D interpretaci pomocí indifferenčních křivek a indifferenčních map. Pro porozumění dynamice a vývoji jevu v kontextu s matematickým popisem lze v Maple situaci dokonce animovat parametrizací exponentů ve funkci. Uváděná ukázka je inspirována pouze krátkou a modifikovanou sekvencí vybraných příkazů v Maple uvedených ve zmíněném Zápisníku; a to jednak pro 3D interpretaci při konkrétní volbě  $a = 1/2, b = 1/2$ , jednak pro animaci funkce užitečnosti v 3D interpretaci a jí korespondující indifferenční mapě v 2D interpretaci. Animace je vytvořena parametrizací exponentů ve funkci užitečnosti pro  $a \in (0;1), b = 1 - a$ . Rozsah jednotek na osách, otočení, styl a barevné provedení obrázků v Maple jsou snadno konfigurovatelné.



**Obrázek 6.** Funkce užitečnosti v 3D a 2D interpretaci v Maple (dle výše zmíněného popisu)

**Ukázka 2 – stručně** (Chvátal, 2006): Završení výkladu určitého ekonomického oboru bývá prezentováno zadáním individuálního úkolu a prověřením odborné orientace posluchače v dané problematice.

Analýza ziskovosti firmy modelováním funkcí celkových nákladů  $TC$  (Total Costs) a celkového příjmu  $TR$  (Total Revenue) z firemních dat může nabídnout varianty volby firemní strategie.

V ukázce je uveden základní jednoduchý model pro určení ziskovosti skutečné firmy, přičemž je účelně využito pracovního prostředí Maple pro výpočty a vizuální analýzu ziskovosti firmy z empiricky zjištěných firemních hodnot  $TR$  a poptávky  $Q$  (Quantity). Jsou analyzovány čtyři varianty celkových nákladů firmy, varianta  $TC-1$  byla určena firmou (dle vlastních výkazů), ostatní tři alternativy  $TC$  byly voleny hypoteticky dle případných zamýšlených možností změn rozložením podílu variabilních a fixních nákladů firmy.

Studenti vesměs obecné skutečnosti ekonometrické problematiky pochopí. Často si však neuvědomí, že konkrétní funkci v praxi nikdo předem nezadá, je ji třeba korektně z empiricky zjištěných údajů modelovat. Dále v okamžiku, kdy jsou nuceni využívat „ručních“ výpočtů k získání odpovědí na základní otázky, ztrácejí nadhled nad řešenou problematikou a zkoumat jev ve vývoji se pak pro ně stává problémem. Odstranění těchto negativ nejen při e-learningu



zcela jistě může podpořit počítačově vedená výuka (Chvátalová, 2007). Průběh matematizace problému bude komentován přímo v Maple dokumentu:

```

Volba vhodné knihovny a načtení odpovídajících empiricky získaných hodnot, s čísly bude nakládáno v desetinném rozvoji:
> with(stats) : fit to a quadratic :
> Qvalues := [53., 158., 617., 582., 570.] > TRvalues := [52470, 150100, 549130, 459780, 427500]
Metodou nejmenších čtverců bude aproximována závislost TR(Q), přičemž žádáme kvadratickou závislost s nulovým absolutním členem, což lze v Maple snadno zadat:
> eq_fit := fit[leastsquare[Q, TR], TR=a*Q^2+b*Q, {a,b}]] ([Qvalues, TRvalues]);
eq_fit := TR = -0.07426157043Q^2 + 860.6737123Q
Procedury pro přípravu grafických výstupů (v jednom obrázku): křivkou kvadratické funkce TR(Q) je parabola, křivkami každé ze čtyř variant lineární funkce TC(Q) jsou přímky:
> TR := proc(Q) -0.07426157043*Q^2 + 860.6737123*Q end;
> TC-A := proc(Q) 507492 + 500.25*Q end; > TC-C := proc(Q) 1116496 + 166.74*Q end;
> TC-B := proc(Q) 594502 + 427.75*Q end; > TC-I := proc(Q) 942500 + 251.25*Q end;
Vizuální analýza: sledujeme vzájemnou polohu paraboly (křivka TR) a vždy jedné z přímek (křivky TC) a charakterizujeme ziskovost firmy, odpovídající rozpětí produkce Q pak lze vyčíst na horizontální ose:
> plot({TR(Q), TC-A(Q), TC-B(Q), TC-C(Q), TC-I(Q)}, Q = 0
..12000, TR = 0 ..2500000);

```

**Vizuální analýza:**  
Firma vykazuje zisk: pro  $Q: TR(Q) > TC(Q)$ .  
stručně: parabola je nad přímkou.  
Firma vykazuje ztrátu: pro  $Q: TR(Q) < TC(Q)$ .  
stručně: parabola je pod přímkou.  
Firma nevykazuje zisk ani ztrátu: pro  $Q: TR(Q) = TC(Q)$ , stručně: parabola a přímka se protínají.  
Z důvodu výkladu ekonomických veličin uvažujeme situaci pouze v I. kvadrantu.

Obrázek 7. Schéma řešení problému a vizualizace ziskovosti firmy v Maple

## 6 DISKUZE

Systém Maple podporuje subjektivní přístup při e-learningu odborných předmětů, aktivuje samostatnost, smysl pro systematickosti a odpovědnost, ale i různé formy aktivních i pasivních komunikačních prvků. Ze strany konstrukce e-learningového kurzu s podporou Maple je velkou výhodou časově i prostředkově dostupná modifikovatelnost obsahu i formy výuky, možnost reakce na okamžité podněty a implementace odezvy jako oboustranné zpětné vazby, on-line kontakt, interaktivita. Další jeho výhodou je přiměřená strukturovatelnost a nastavitelnost různých hladin kvantitativních i kvalitativních parametrů studované látky. Netradičním metodám by měly být poskytnuty podmínky pro komplexní, širší a hlavně rychlejší implementaci do výuky. E-learning je tím kvalitnější, čím komplexněji, kvalitněji a citlivěji je výuka vedena ze strany garanta, vyučujícího či tutora a čím odpovědněji a aktivněji je akceptována a využívána ve všech komponentách ze strany studentů.

Je však třeba neopomenout i možné hrozby spojené s **přeceňováním nasazování prostředků ICT**, příp. e-learningovou formou výuky. Mechanizovat, necitlivě algoritmizovat až automatizovat úkony může hrozit formalizací myšlení a neporozuměním podstatě myšlenky. Nelze opomínat význam lidských zdrojů, zkušenosti, intuici, participaci starších a zkušených praktiků i teoretiků, a nezbytnou potřebu široké lidské komunikace. Častým a limitujícím faktorem při zavádění ICT pro jednotlivce i instituce v ČR (a tím i do výuky) je finanční aspekt, vyspělými společnostmi je právem kritizován. Dalším, i když v současnosti již méně frekvencovaným odrazujícím faktem, může být i absence manuálů či komplementárních publikací v češtině či obslužnost prostředků ICT v cizím jazyce. Při citlivém přístupu a vývoji by měly právě tyto hrozby být motivací k racionálnímu vyvolávání inovačních procesů ve výuce, e-learningu, a stát se naopak příležitostmi pro podporu silných stránek při využívání současných ICT (Chvátalová, 2007).

## 7 ZÁVĚR

Silné stránky systému Maple, jako jsou komfort uživatelského prostředí, možnosti vizualizace, animace, simulace, práce se skutečnými daty aj., jednoznačně zkvalitňují pochopení konkrétních aplikací matematických disciplín v ekonomii, a tím podporují porozumění komplexnosti dynamice jevů, akcentují individuální a samostatnou činnost i při e-learningově vedené výuce, ale zcela jistě ji i ztraktivňují. Péče o uživatele zdokonalováním a rozšiřováním servisních, informačních i komunikačních nástrojů, posilováním interaktivních vazeb, reakcemi na horké podněty praxe, výuky a vědy podporují soudobé společenské trendy (především při inovaci výuky) a patří k důležitým atributům společnosti Maplesoft. V ekonomické praxi je vysokou devizou absolventů schopnost samostatně modelovat a sofistikovaně řešit ekonomické problémy, a to si bez využívání ICT a solidních zkušeností s jejich aplikacemi nelze představit. Maple poskytuje komplexní, dynamické a otevřené prostředí pro cílové skupiny různých uživatelů, různých stupňů a druhů odbornosti. Tyto skutečnosti sehrávají významnou roli v celkové architektuře a získávání návyků při řešení problematik ekonomické praxe.

### REFERENCE

- Friedrich V., Hrbáč L. and Michalcová Š., 2006. Nové metody výuky matematických disciplín v době humanizace českého školství. In: Sborník 5. mezinárodní konference ApliMat 2006. Bratislava (SR), 235-342 p.
- Gander W. and Hřebíček J. (Editors), 2004. Solving Problems in Scientific Computing Using Maple and Matlab. Heidelberg Springer, Berlin. 2004, 476 p.
- Hřebíček J. and Chvátalová Z., 2006. Kvantitativní metody v ekonomických výpočtech s využitím Maple. In: Sborník 5. mezinárodní konference ApliMat 2006. Bratislava (SR), 597-606 p.
- Hřebíček J. and Žák V., 2007. Nové možnosti systému Maple ve výuce. In: Sborník čtvrtého ročníku konference o e-learningu SCO 2007, Brno, 2007, 105-110 p.
- Hušek R. (Editor), 1999. Ekonometrická analýza. Praha: EKOPRESS, s.r.o. 303 p.
- Chvátal J., 2006. Využití systému Maple v praxi. Projekt SOČ, Brno. 12-13, 24-28 p.
- Chvátalová Z., 2007. Teaching of Econometrics with Support System Maple. In: Sborník 6. mezinárodní konference ApliMat 2007. Bratislava (SR), 277-286 p.
- Chvátalová Z., 2007. Možnosti užití Maple v matematických disciplínách v ekonomických studijních programech. Výroční vědecká mezinárodní konference Fakulty podnikatelské Vysokého učení technického v Brně. Brno.
- Jonáš J. and kol. (Editors), 1994. Oslava ekonomie: přednášky laureátů Nobelovy ceny za ekonomii. Praha: Nakladatelství Akademie věd České republiky, 807 p.
- Kotler P. (Editor), 2002. Marketing podle Kotlera: jak vytvářet a ovládnout nové trhy. Přeložil P. Medek. Praha: Management press, 258 p.
- Slavin S.L. (Editor), 1996. Microeconomics. Boston: Irwin/McGraw-Hill, 494 p.
- Varian H. R. (Editor), 1995. Mikroekonomie. Přeložil Ing. Libor Grepa. Praha: Victoria Publishing, 646 p.
- <http://www.maplesoft.com>
- <http://www.maplesoft.cz>
- <http://www.solvingproblems.ethz.ch>
- <http://www.vladimirzak.com/sco2007.zip>
- <http://www.maplesoft.com/applications/>
- <http://www.fi.muni.cz/~hrebicek/maple/cas/>
- <http://www.modernibrno.cz/rozhovor.htm?rozhovor=39>
- <http://www.personalista.com/index.php?id=313>
- <http://www.slovník-slovníky.cz/article.php?articleId:26>

Zuzana Chvátalová

### E-LEARNING MAPLE FOR MATHEMATICIANS AND FOR MATHEMATICAL DISCIPLINES IN ECONOMIC STUDY PROGRAMMES

#### Summary

The current global social trends and quick development of information and communication technology determines and provokes its application in economy and in research environments. The lack of people with university education in the Czech Republic, when compared with other EU countries calls for innovation step to be taken, in terms of content and form of education offered to students. The correct selection of software as a support tool in the education process in business school such as in mathematics course can be a deciding factor even for cultivation habits of managers in their responsibilities, creative decision making process, managing their firms and how they react to changes in the business environment. The computer system Maple product from Canadian company Maplesoft that was developed thirty years ago, still offers a sound basis for the improving, and developing its use in communication, documentary, and service in education process. Also in many science disciplines, especially in those disciplines which require the application of quantitative methods, but also in commercial sectors. Thus, it seems the system is a good support tool, not only during its application in non-traditional methods of teaching (e.g. e-learning), but especially as an outstanding support tool in application of mathematics in economic studies and a perspective of building good professional habits for the future.

**Recenzent/Reviewer:**

prof. Ing. Jiří Dvořák, DrSc.  
Brno University of Technology  
Faculty of Business and Management  
Kolejní 4  
612 00 Brno, Czech Republic  
*E-Mail: dvorak@fbm.vutbr.cz*