

# VYUŽITÍ WOLFRAMALPHA VE VÝUCE MATEMATIKY NA MENDELOVĚ UNIVERZITĚ

**Dana Říhová**

Ústav statistiky a operačního výzkumu, Mendelova univerzita v Brně

**Abstrakt:** Příspěvek se zabývá užitím výpočetního nástroje WolframAlpha ve výuce základních kurzů matematiky. Shrnuje celkové možnosti této služby. Prezentuje vytvořené studijní materiály, do nichž byly vybrány příkazy aplikace podle probíraného učiva a seřazeny do tématických skupin. Použití WolframAlpha je v nich ilustrováno na příkladech, je zobrazen odpovídající výstup i odkaz na příslušnou webovou adresu. Jsou uvedeny zkušenosti s využitím systému při tvorbě samostatných projektů studentů.

**Klíčová slova:** matematika, systémy počítačové algebry, WolframAlpha

## Use of WolframAlpha in teaching of mathematics at Mendel University

**Abstract:** The paper deals with the use of WolframAlpha computational tool in teaching basic mathematics courses. It summarizes the overall capabilities of this service. It presents created study materials in which the selected commands of the application according to the discussed subject were sorted in thematic groups. Using of WolframAlpha is demonstrated in examples, the corresponding output and a link to the appropriate web address are displayed. The experience of using this system in creating of individual student projects is included.

**Key words:** mathematics, computer algebra system, WolframAlpha

### Úvod

V rámci operačního projektu „Průřezová inovace studijních programů Lesnické a dřevařské fakulty MENDELU v Brně (LDF) s ohledem na disciplíny společného základu“ (reg. č. CZ 1.07/2.2.00/28.0021) byl v některých základních kurzech matematiky využit výpočetní nástroj WolframAlpha. Byl zvolen pro své jednoduché ovládání a také proto, že výuka matematiky je určena pro zemědělské obory.

### 1. Základní údaje o WolframAlpha

Webová služba WolframAlpha představuje **znalostní internetový vyhledávač**, který umožňuje provádět také **matematické výpočty**. V současné době je to patrně nejlepší **volně přístupný online** nástroj pro řešení jednodušších matematických úloh. Najdete jej na adrese

<http://wolframalpha.com>

Zajímavý je **komplexní přístup** k řešení příkladů, kdy kromě výsledku jsou zobrazeny další doplňující informace, které s matematickou operací souvisejí, případně i samotný postup výpočtu. Velkou výhodou je, že **syntax je velmi jednoduchá** a poměrně volná, stačí znát pouze klíčová slova. Příkaz se zadává názvem operace **v angličtině** následovaný výrazem nebo daty. Aplikace dá často správnou odpověď i tehdy, když jsme v zadání udělali chybu (například v klíčovém slově nebo použili jiný typ závorky). Pro uživatele jsou užitečné vizuálně zajímavé **grafické výstupy** a **export** celé stránky **do PDF**. WolframAlpha nabízí také **mobilní verze**, což ocení především studenti.

Jediným omezením je nižší rychlost oproti běžným CAS, slabší výpočetní možnosti a problematické využití předchozích výpočtů.



Obr. 1. Stephen Wolfram

Celý systém byl vyvinut firmou **Wolfram Research**, jejímž zakladatelem je fyzik a úspěšný softwarový vývojář Stephen Wolfram. Velmi propracovaná a nejsilnější matematická část WolframAlpha je vytvořena na dřívějším známém produktu **Mathematica** téže firmy (v současné době verze 9). Aplikace byla uvolněna v květnu 2009. Postupně došlo ke zpoplatňování pokročilejších funkcí. V únoru 2012 se objevila placená rozšířená verze WolframAlpha Pro.

*Experience the next big step in computational knowledge*  
**WolframAlpha**® | PRO

<http://www.wolframalpha.com/pro>

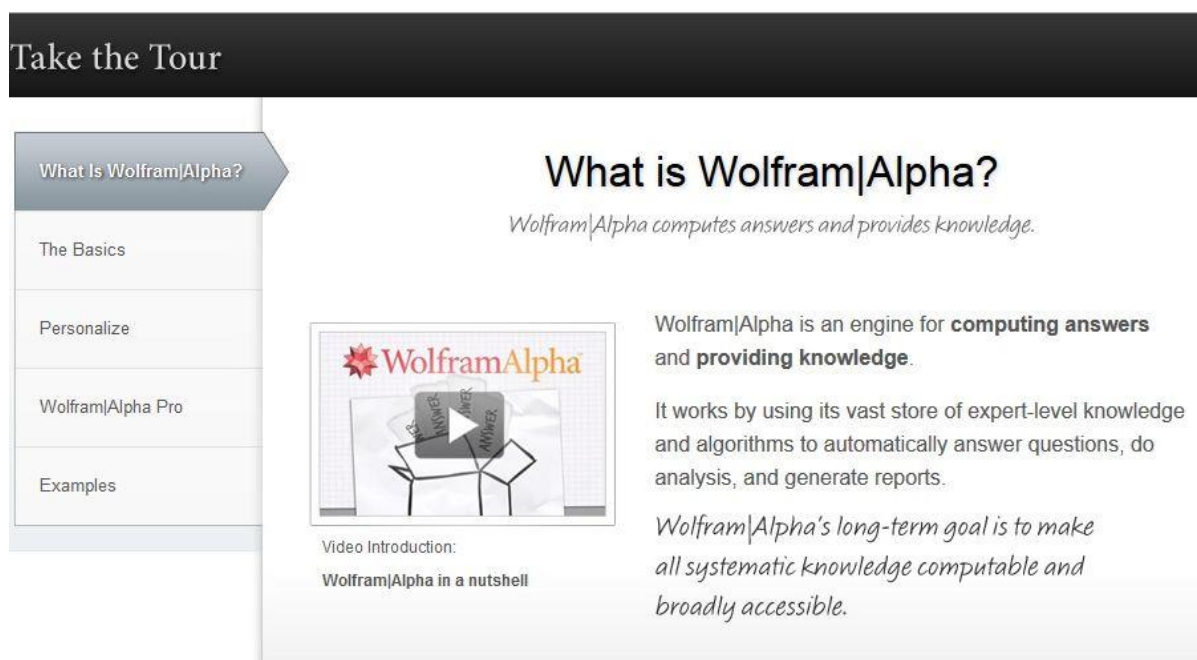
Pokud si tuto službu předplatíte, získáte spoustu dalších možností především pro práci s daty. Při vytvoření vlastního účtu na WolframAlpha pomocí e-mailové adresy je možné využít volně přístupnou zkušební 7-denní verzi (ještě v první polovině tohoto roku 14-denní).

S WolframAlpha Pro můžete pracovat s vlastními daty, aplikace umožňuje **vstup tabulek, souborů i obrázků**, je podporováno více než 60 vědeckých, matematických a jiných formátů. Uživatel si může své **výstupy**, grafy a diagramy, **upravovat** podle potřeb. Je nabízena **interaktivní** verze výstupů ve formátu CDF (Computable Document Format). Nově je zařazen **generátor problémů**. Získáte také **neomezený přístup** k postupům výpočtů - **řešení krok po kroku**. V nabídce je **rozšířená klávesnice** s matematickými symboly a řeckou abecedou. Pro složitější výpočty dává WolframAlpha Pro **výpočetní čas navíc**.

## 2. Práce s WolframAlpha

Pro ty, kteří si chtějí WolframAlpha vyzkoušet, je připraven návod a instruktážní video:

<http://www.wolframalpha.com/tour/what-is-wolframalpha.html>



Obr. 2. Stránka s návodem k ovládání

Protože práce s aplikací je jednoduchá, úplně stačí projít si seznam příkladů na webových stránkách

<http://www.wolframalpha.com/examples>

Obrovské množství příkladů názorně ilustruje, co všechno služba dokáže vypočítat, a pomáhá k vysvětlení syntaxe a sémantiky. Příklady jsou přehledně seřazeny do tematických skupin. Kliknutím na červený nadpis s názvem skupiny se zobrazí detailnější seznam spolu s příklady. Po kliknutí na znak  v poli s příkazem se objeví řešení.

Na následujícím obrázku je zobrazena nabídka okruhů příkladů z matematiky.

## Examples > Mathematics

### ELEMENTARY MATHEMATICS »

do basic arithmetic

=

do exact arithmetic with fractions

=

### NUMBERS »

compute a decimal approximation of a specified number of digits

=

convert a decimal number to another base

=

### PLOTTING & GRAPHICS »

plot a function

=

plot a region satisfying multiple inequalities

=

### ALGEBRA »

solve an equation

=

factor a polynomial

=

compute eigenvalues and eigenvectors of a matrix

=

### CALCULUS & ANALYSIS »

calculate a derivative

=

compute an integral

=

solve an ordinary differential equation

=

### DISCRETE MATHEMATICS »

compute a possible formula and continuation for a sequence

=

analyze a graph specified by adjacency rules

=

solve a recurrence

=

### APPLIED MATHEMATICS »

minimize or maximize a function

=

numerically integrate functions that cannot be integrated symbolically

=

### LOGIC & SET THEORY »

compute a truth table

=

generate a Venn diagram

=

### MATHEMATICAL FUNCTIONS »

do computations with special functions

=

do computations with number-theoretic functions

=

find representations for a function

=


### ADVANCED MATHEMATICS »

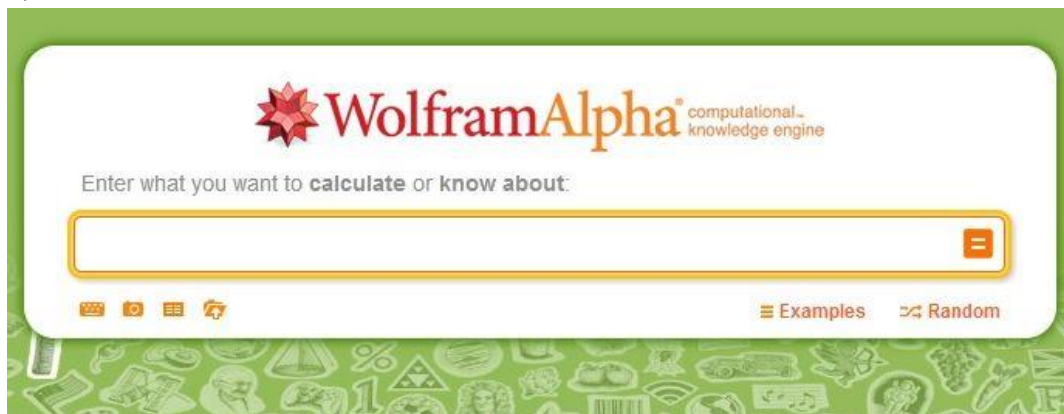
compute properties of a function of a complex variable (use the variable z)

=


do vector analysis computations

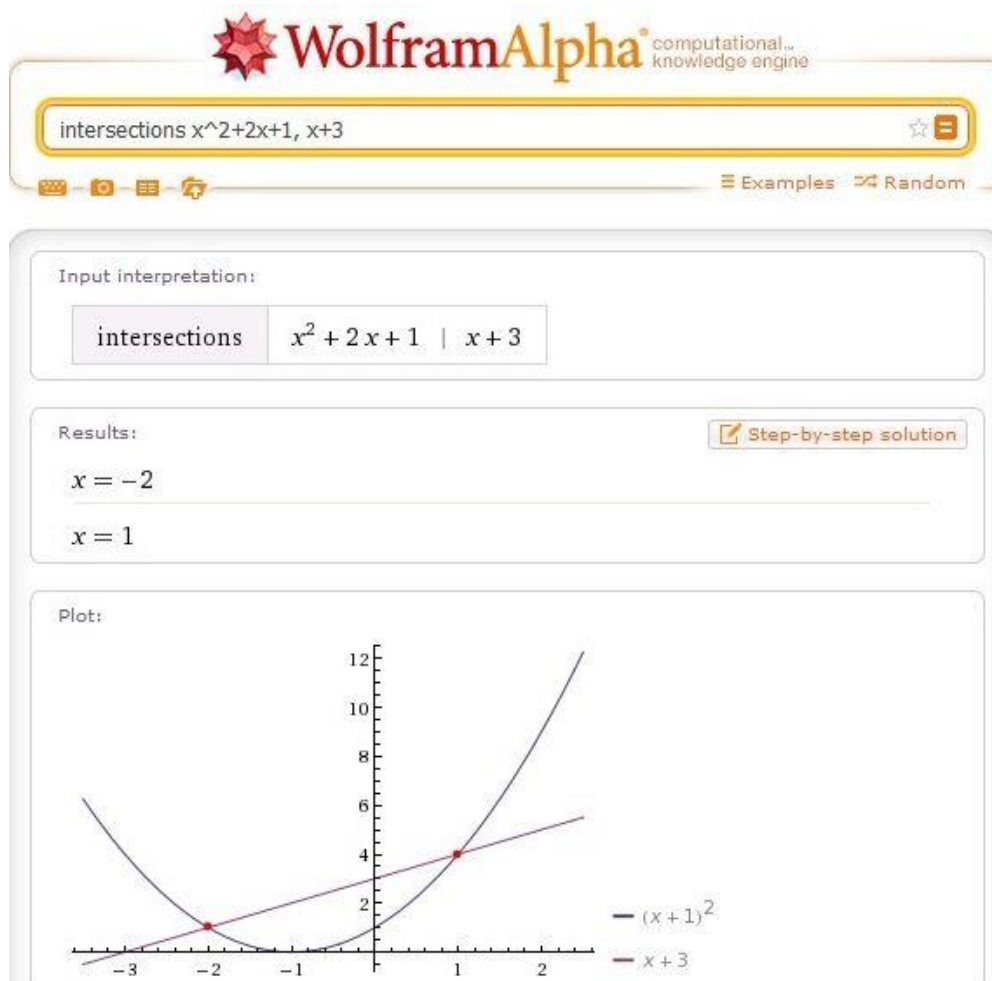
Obr. 3. Okruhy příkladů z matematiky

Ve službě WolframAlpha se příkaz zadává do vstupního pole (žlutý rámeček se znakem  vpravo).



Obr. 4. Vstupní pole WolframAlpha

Po napsání příkazu stiskneme klávesu Enter nebo znak . Řešení se nám zobrazí ve formě html stránky.



Obr. 5. Příkaz průsečíků dvou křivek s řešením

Pod vstupním polem se zobrazí pole se vstupní interpretací zadaného příkazu a pole s výsledkem. V pravém horním rohu tohoto pole se obvykle nachází ikona **step-by-step solution** pro získání postupu řešení krok po kroku. Níže pak bývá umístěno grafické znázornění a další doplňující informace k řešení. Najedeme-li kurzorem do levého dolního rohu každého pole, zobrazí se nám ikony možností práce s ním.

Ne vždy se nám výsledek zobrazí ve tvaru, na jaký jsme zvyklí. Například při výpočtu neurčitých integrálů jsou ve výsledcích používány hyperbolometrické funkce.

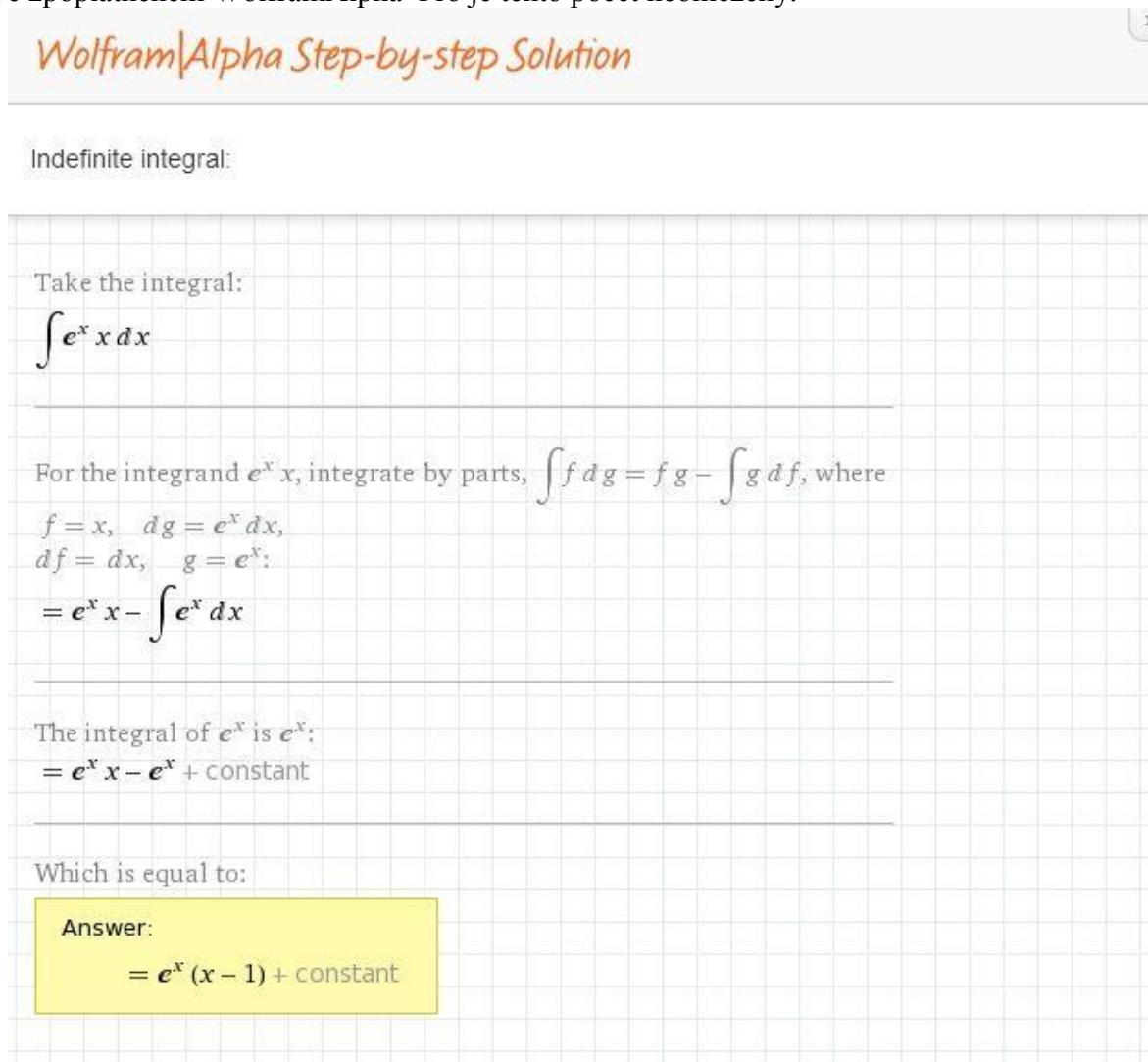
Obr. 6. Neurčitý integrál

Při vykreslení funkce  $\operatorname{arccotg} x$  je definiční obor funkce  $\operatorname{cotg} x$  omezen na interval  $(-\pi/2, \pi/2)$  a ne na standardní  $(0, \pi)$ . Některé výsledky se také zobrazují v komplexním oboru.

Obr. 7. Graf funkce  $y=\operatorname{arccotg} x$

### 3. Postup řešení krok po kroku

Aplikace umožňuje získat postup řešení, tzv. **step-by-step solution**. Bohužel ve volně přístupném WolframAlpha je tato možnost omezena pouze třemi přístupy denně, ve zpoplatněném WolframAlpha Pro je tento počet neomezený.



The screenshot shows the WolframAlpha interface for a step-by-step solution. At the top, it says "Wolfram|Alpha Step-by-step Solution". Below that, it asks for an "Indefinite integral:". The user input is "Take the integral:  $\int e^x x dx$ ". The solution proceeds through several steps: 1. "For the integrand  $e^x x$ , integrate by parts,  $\int f dg = fg - \int g df$ , where  $f = x, dg = e^x dx, df = dx, g = e^x$ :" followed by the equation  $= e^x x - \int e^x dx$ . 2. "The integral of  $e^x$  is  $e^x$ :" followed by the equation  $= e^x x - e^x + \text{constant}$ . 3. "Which is equal to:" followed by a yellow box containing the final answer:  $= e^x (x - 1) + \text{constant}$ .

Obr. 8. Řešení krok po kroku

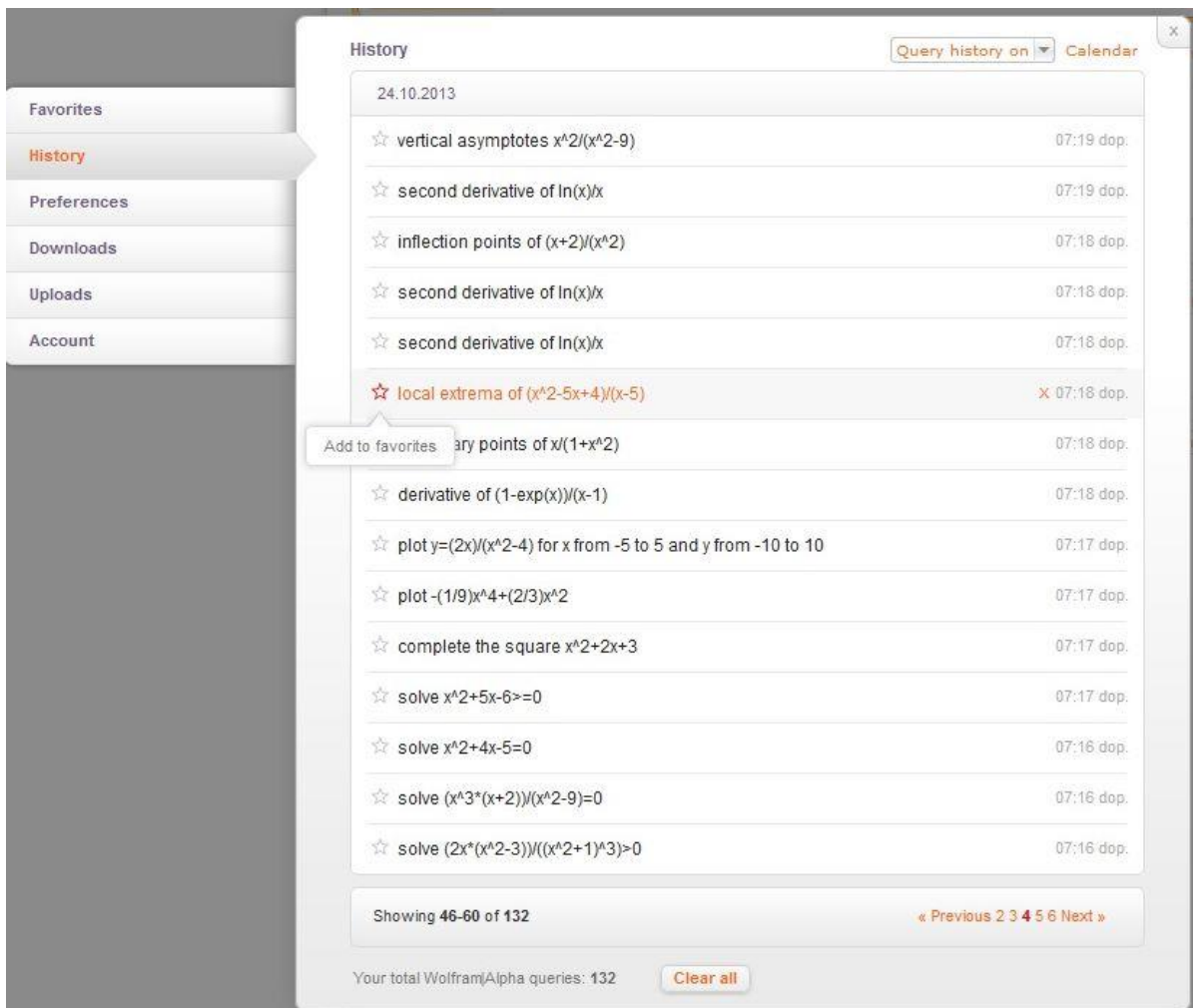
Kromě jednotlivých kroků jsou uvedeny i použité vzorce. Ne vždy se však jedná o „vzorový výpočet“. Bývá zvolen postup, který je nejsnáze algoritmizovatelný. Přesto může být ukázka postupu řešení úlohy pro studenta užitečná.

### 4. Historie, oblíbené

Pro vyučujícího je naopak výhodné využít možnosti zobrazení historie použitých příkazů (**History**). Ze seznamu je možné přidat označené příkazy do oblíbených (**Favorites**), což později umožní získat k nim rychlý přístup. Je však nutné, aby uživatel měl na WolframAlpha vytvořený vlastní účet.



Obr. 9. Oblíbené

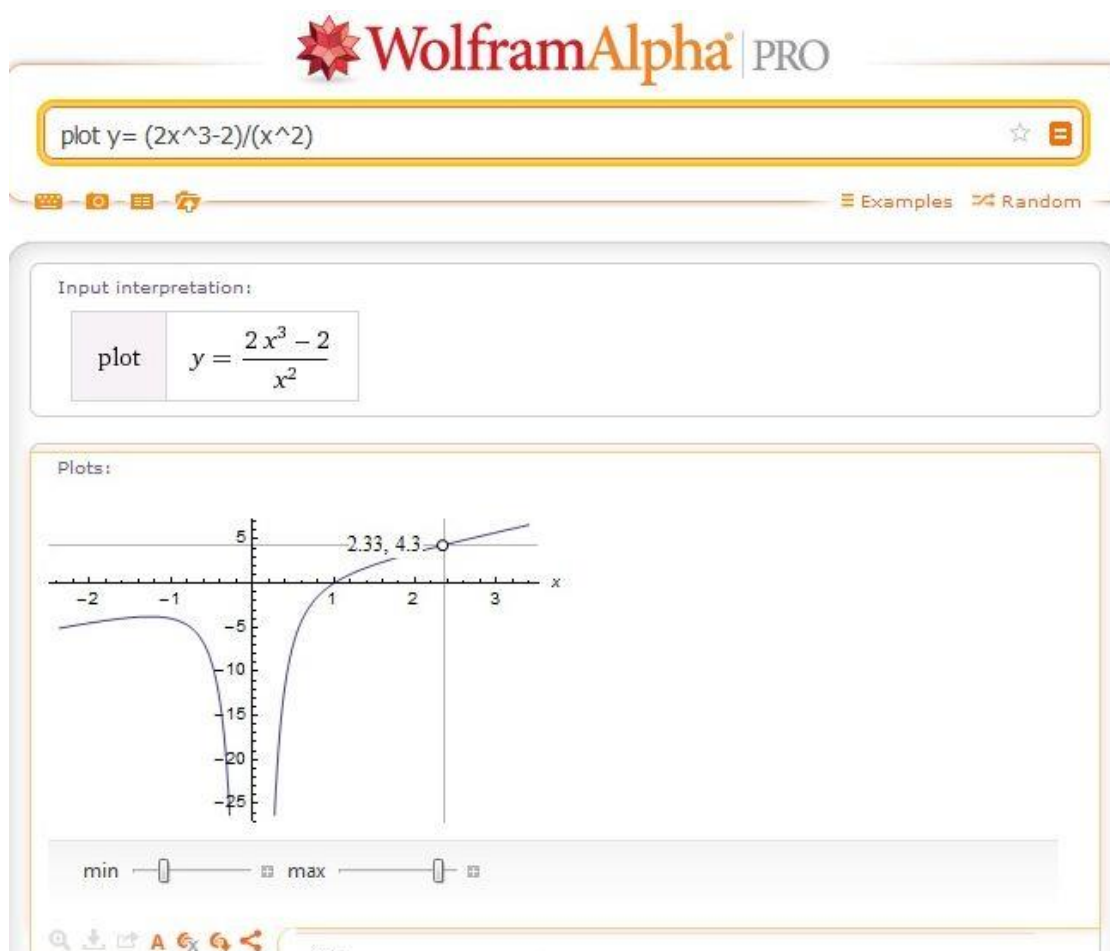


Obr. 10. Historie



## 5. CDF formát

Zpoplatněný WolframAlpha Pro nabízí export výstupů do **CDF** formátu (Computable Document Format), který umožňuje s grafickými výstupy interaktivně pracovat. K tomu je potřeba stáhnout a nainstalovat CDF Player, který je volně dostupný.



Obr. 11. CDF formát

Pro práci s CDF formátem a jeho uložení slouží 5. a 6. ikona v levém dolním rohu pole s grafem.

Nepřeberné množství již vytvořených CDF formátů s matematickou tématikou a jejími aplikacemi je k dispozici na stránce **Wolfram Demonstrations Project**, kterou naleznete na

<http://demonstrations.wolfram.com/topic.html?topic=Mathematics>

Tyto interaktivní grafy jsou zejména vhodné pro názorné ukázky ve výuce. Můžete si je nejen volně stahovat, ale u každého je uveden i zdrojový kód autorů v CAS Mathematica. Na následujících obrázcích jsou zobrazeny demonstrační stránka s tématem matematické analýzy a CDF formát ilustrující numerickou integraci.



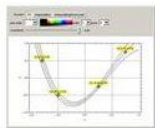
### Calculus & Analysis

Demonstrations 141 - 160 of 1076

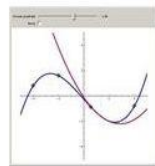
DEMONSTRATIONS

Subscribe to RSS feed

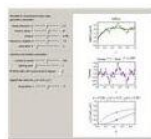
« PREVIOUS | 1 ... 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 ... 54 | NEXT »



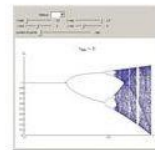
Fit, Interpolation, or Polynomial Interpolation in Uncertain Calculus



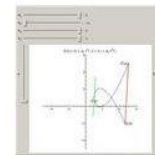
Quadratics Tangent to a Cubic



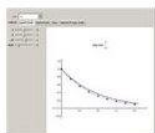
Comparing Measures of Line Jaggedness



Numerical Integration of the Logistic Equation Using Runge-Kutta Methods



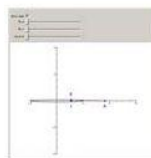
Cauchy Mean-Value Theorem



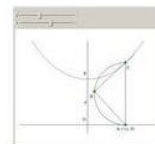
Numerical Methods for Differential Equations



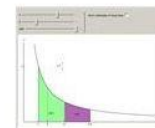
Instantaneous Rate of Change: Exploring More Functions with the First and Second Derivatives



Projecting the Tangent Point of an Ellipse



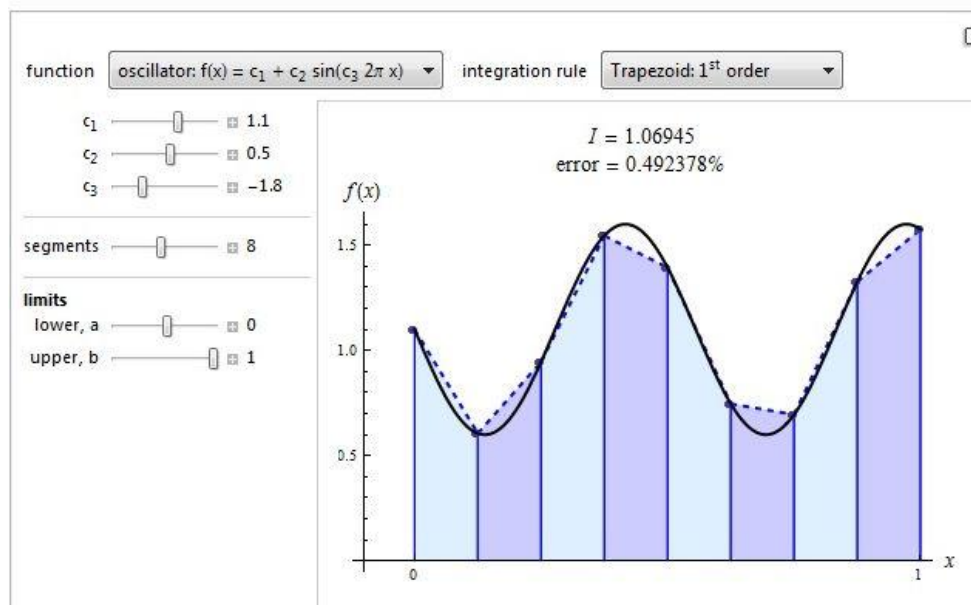
Tangent to a Catenary



Logarithmic Property of the Quadrature of the Hyperbola

Obr. 12. Stránka s CDF grafy

### Numerical Integration Examples

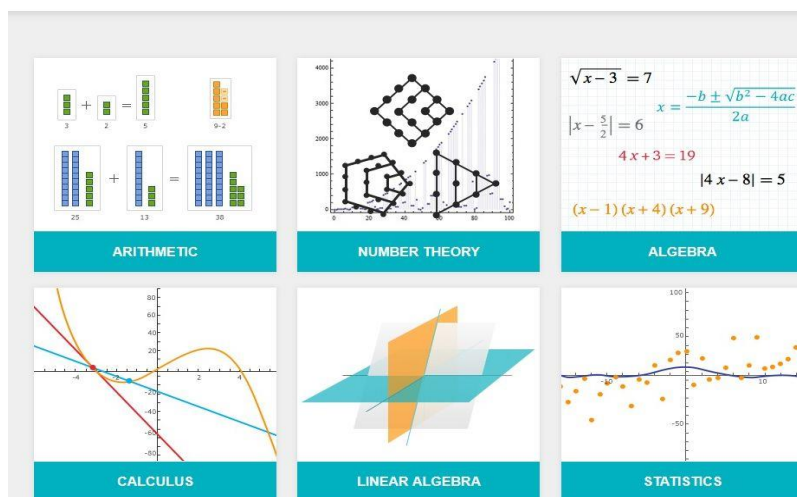


Obr. 13. CDF s numerickou integrací

## 6. Generátor problémů

Wolfram Problem Generator™

qqrihova@mendelu.cz



Obr. 14. Okruhy generátoru problémů

Další možností, kterou WolframAlpha v současné době nabízí jako novinku, je generování testových příkladů, což ocení jak studenti, tak vyučující. Je možné si zvolit tři úrovně obtížnosti – začátečníci, středně pokročilí a pokročilí. Systém umožňuje generovat testy z vybraných okruhů, a to buď **interaktivní testy**, v nichž se při nesprávné odpovědi zobrazí rada, případně lze požádat o postup řešení krok po kroku. Studentovi se zobrazuje historie jeho odpovědí s vyhodnocením.

Wolfram Problem Generator™

qqrihova@mendelu.cz

> CALCULUS >  
Quotient rule

Difficulty level: Beginner

QUESTION 2

Find the derivative of  $\frac{x^3}{e^x}$ .

Skip this question >>

Generate a printable problem sheet:

Random set From history

History Correct: 1 of 1

QUESTION 1

What is the derivative of  $\frac{e^x}{\ln(x)}$ ?

ANSWER:  $\frac{e^x}{\ln(x)} - \frac{e^x}{x \ln(x)^2}$

Obr. 15. Ukázka interaktivního testu

History Correct: **3 of 3**

**QUESTION 3** ✓

Find the derivative of  $\tan(5 + 6 \ln(4 + x))$ . ANSWER:  $\frac{6 \sec^2(6 \ln(x + 4) + 5)}{x + 4}$

**QUESTION 2** ✓

Find the derivative of  $\ln(3 + 5 \cot(7 + 6x))$ . ANSWER:  $\frac{30 \csc^2(6x + 7)}{5 \cot(6x + 7) + 3}$

**QUESTION 1** ✓

If  $f(x) = 4x + 5$  and  $g(x) = e^{3x+7}$ , what is  $f(g(x))$ ? ANSWER:  $12e^{3x+7}$

Obr. 16. Historie odpovědí

Nebo si ze zvoleného okruhu můžeme nechat vygenerovat testy ve tvaru **pracovních listů** určených k tisku, které pak lze využít ve výuce. Nabízí se i varianta řešení s klíčem.

Printable Problem Sheet: Random Set Difficulty: Beginner

[Download PDF](#)

PROBLEMS **ANSWER KEY**

**CALCULUS** › U-substitution Wolfram Problem Generator™  
**Difficulty Level:** Beginner **ANSWER KEY**

---

1. Find the integral of  $\frac{3}{5} \sin(7t + 2)$  with respect to  $t$ .

$-\frac{3}{35} \cos(7t + 2) + \text{constant}$ 
  $-\frac{3}{5} \cos(7t + 2) + \text{constant}$ 
  $\frac{3}{5} \cos(7t + 2) + \text{constant}$ 
  $-\frac{21}{5} \cos(7t + 2) + \text{constant}$

2. Find the integral of  $\frac{7}{3} e^{6x+1}$  with respect to  $x$ .

$\frac{7}{18} e^{6x+1} + \text{constant}$ 
  $56 e^{6x+1} + \text{constant}$ 
  $14 e^{6x+1} + \text{constant}$ 
  $\frac{7}{3} e^{6x+1} + \text{constant}$

3. Find the integral of  $\frac{7}{2} e^{3t-3}$  with respect to  $t$ .

$\frac{21}{2} e^{3t-3} + \text{constant}$ 
  $63 e^{3t-3} + \text{constant}$ 
  $\frac{7}{2} e^{3t-3} + \text{constant}$ 
  $\frac{7}{6} e^{3t-3} + \text{constant}$

4. What is  $\int \frac{1}{2} \sin(3x + 6) dx$ ?

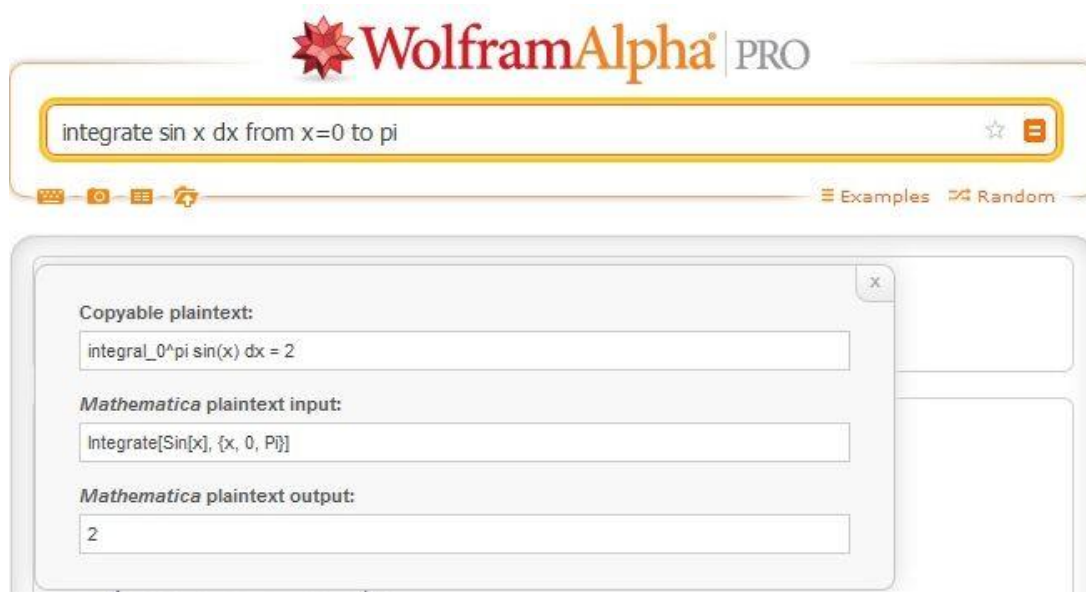
$-\frac{1}{2} \cos(3x + 6) + \text{constant}$ 
  $\frac{3}{2} \cos(3x + 6) + \text{constant}$ 
  $-\frac{3}{2} \cos(3x + 6) + \text{constant}$ 
  $-\frac{1}{6} \cos(3x + 6) + \text{constant}$

Obr. 17. Ukázka pracovního listu s klíčem

Nevýhodou je doposud malý počet témat, z nichž lze testy generovat, a především to, že generátor problémů je přístupný pouze v placeném WolframAlpha Pro. Můžete jej však vyzkoušet v jeho volné zkušební 7-denní verzi. Pro studenty pak nejsou příliš výhodné výsledky příkladů na derivování a integrování zapsané pomocí funkcí `sekans` a `kosekans` a hyperbolometrických funkcí.

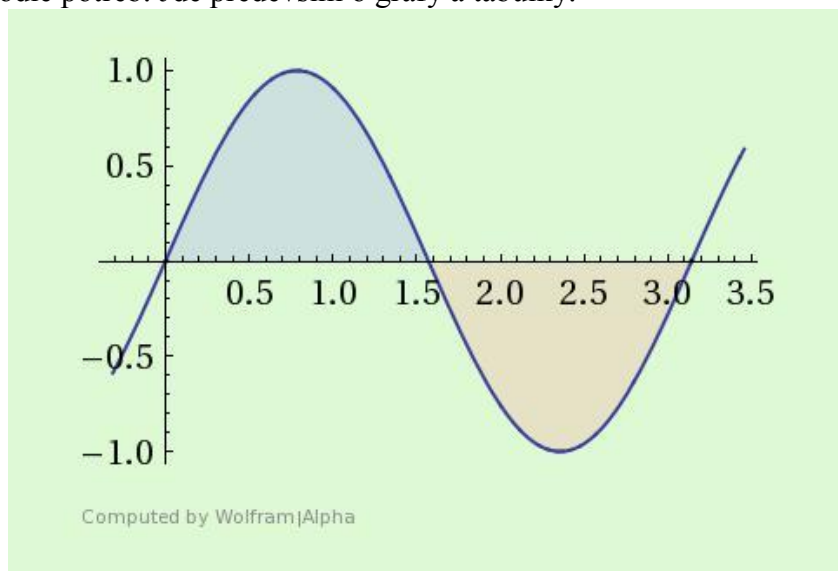
## 7. Formáty vstupu, úprava výstupů

Každý text příkazu zadaného ve vstupním poli WolframAlpha lze zobrazit v kódu pro CAS Mathematica.



Obr. 18. Vstupní formát

Jak už jsme se zmínili, v placeném WolframAlfa Pro si uživatel může výstupy ukládat a upravovat podle potřeb. Jde především o grafy a tabulky.



Obr. 19. Ukázka úpravy grafu  $y = \sin x$

## 8. Užití ve výuce matematiky

Jak lze WolframAlpha používat ve výuce matematiky, demonstruje velké množství výukových materiálů, ukázková videa a diskuzní fórum pro učitele, které jsou k dispozici na adrese

<http://wolframalpha.com/educators>

**Using Wolfram|Alpha in the Classroom**

Wolfram|Alpha is a free online computational knowledge engine that generates answers to questions in real time by doing computations on its own vast internal knowledge base. Our long-term goal is to make all systematic knowledge immediately computable and accessible to everyone. This can be valuable to educators in many ways.

**Gather information on a general concept**  
Derivatives » | Maps » | Stars » | Animals »  
[More examples »](#)

**Research details on specific topics**  
sinx » | AAGCTAGCTAGC » | H2O » | USA »

**Use it in lesson planning**  
Creative writing » | Algebra I » | Geography »

**Lesson plans:**

- Mathematics »
- Science »
- Social studies »

**Create visual aids for presentations or handouts, including images and graphs**  
Michael » | plot  $x^2+5$  and  $x^3$  »  
tetrahedron » | chart US population »  
buckyball 3D structure »

**Show steps to math problems**  
solve  $3x+4= 5x +7$  » | derivative of  $\cos x \cdot \sin x$  »  
limit of  $x^2/(3-x)$  as  $x \rightarrow 0$  »  
For more ideas, see the [Step-by-Step Math](#) post on the Wolfram|Alpha Blog.

**You can also use Wolfram|Alpha...**

- to assign homework based on information in Wolfram|Alpha
- as a reference in computer labs and libraries
- for research papers and group projects

**Wolfram Insider for Education**

[Sign up for Wolfram Insider for Education »](#)  
Learn about new products and trends in classroom technology.

**Video Gallery**

Browse our [video gallery](#) to learn more about how you can utilize Wolfram|Alpha in the classroom.

Teaching fourth graders using Wolfram|Alpha (4:21)

Obr. 20. Stránka o výuce

Všechny tyto materiály mohou být pro učitele skvělou inspirací. Některé volně přístupné ukázkové lekce i videa o používání WolframAlpha v hodinách matematiky jsou však poněkud jednoduché.

Dalším užitečným zdrojem informací pro výuku se jeví WolframAlpha blog, který naleznete na

<http://blog.wolframalpha.com/category/math/>

V blogu si vyučující může vybrat téma, které ho zajímá. Najde v něm řadu příspěvků s danou problematikou a také může do blogu přispět sám.



1 Comment

Tweet 35

Share 83

+1 6

Share 334



Posted by

**Jason Martinez**

As we continue to expand the functionality of Wolfram|Alpha, we want to include not only the symbolic and exact results, but also allow you the option to explore the numerical approximations for solving mathematical problems such as differential equations and integrals. These methods, both simple and complex, continue to underpin many of our modern day calculations.

Integration is where many of us have encountered numerical approximations to mathematical problems. These simple approximations are used in high school and introductory college classes to form a starting point for more advanced methods of solving integrals.

One of the most basic methods for approximating an integral is the Riemann sum. In this method you divide the region you are integrating over into a number of intervals. You can then find the value of the function you are integrating, called the integrand, at some point within each interval. By multiplying those values by the width of each interval and then summing, you can get an approximation to the value of the integral. A basic example of this is the midpoint method (**midpoint method of  $x^2-1$  from 1 to 3**) where you calculate the value at the center of each interval.



midpoint method of  $x^2-1$  from 1 to 3

Examples Random

Input Interpretation:

integrate	$x^2 - 1$	using midpoint method	from $x = 1$ to 3
-----------	-----------	-----------------------	-------------------

Result:

6.64  
(using 5 intervals)

Obr. 21. Příspěvek v blogu WolframAlpha

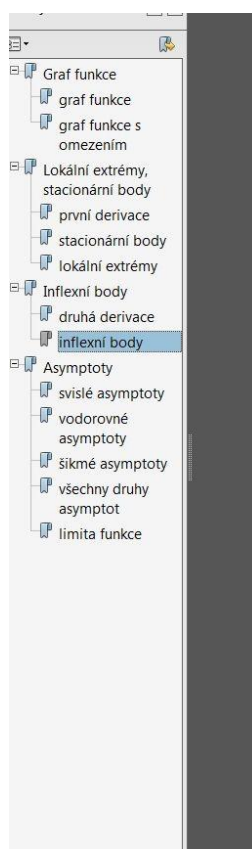
## 9. WolframAlpha v matematice na Mendelu Brno

Aplikace WolframAlpha byla v rámci inovace studijních programů využita v některých základních kurzech matematiky vyučovaných na fakultách Mendelovy univerzity v Brně. Pro základní kurz matematiky, obsahující diferenciální a integrální počet jedné proměnné, základy lineární algebry a úvod do numerických metod, byly vybrány příkazy WolframAlpha, které se při výpočtech příkladů dají použít. V rámci projektu byly vytvořeny **prezentace pro výuku**, v kterých jsou vybrané příkazy rozděleny do tematických okruhů:

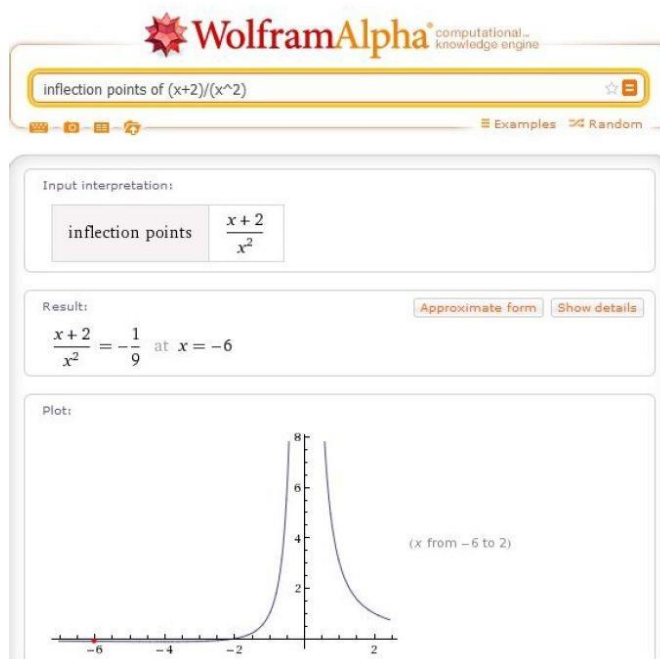
- funkce, vlastnosti, definiční obory, polynomy,
- limita funkce,
- derivace funkce,
- průběh funkce,
- neurčitý a určitý integrál, geometrické aplikace,
- lineární algebra – matice, determinanty, soustavy lineárních rovnic,
- aplikace – numerické metody.

Použití WolframAlpha je ilustrováno na příkladech, u každého je zobrazen odpovídající výstup i funkční odkaz na příslušnou webovou adresu. Tyto materiály mohou sloužit i k samostatnému studiu a jsou k dispozici na

<http://user.mendelu.cz/qgrihova/zvm/WolframAlpha.htm>



**inflexní body:** inflection points of  $(x+2)/(x^2)$



<http://www.wolframalpha.com/input/?i=inflection+points...>

Obr. 22. Ukázka z prezentace týkající se průběhu funkce



Další velmi zdařilé studijní materiály obsahující souhrn příkazů WolframAlpha, které byly vypracovány v rámci tohoto projektu, lze najít na

[http://user.mendelu.cz/marik/wiki/doku.php?id=wolfram\\_alpha](http://user.mendelu.cz/marik/wiki/doku.php?id=wolfram_alpha)

Studenti vypracovávali **samostatný projekt**, v němž pomocí služby WolframAlpha řešili příklady z vyjmenovaných okruhů. Příklady si studenti mohli zvolit libovolně. Vypracování projektu bylo dobrovolné, za odevzdání projektu studenti získali bonusové body, které se započítávaly ke zkoušce.

Využití WolframAlpha ve výuce matematiky se osvědčilo, studenti celkem kladně hodnotili jeho použití. Stránku s vyřešeným příkladem si vygenerovali ve formátu PDF, tak jak to WolframAlpha nabízí. Řada z nich využila zkušební verzi WolframAlpha Pro a kromě standardního výstupu odevzdávala i řešení s postupem krok po kroku.

## Závěr

Můžeme konstatovat, že použití aplikace WolframAlpha bylo oživením výuky základního kurzu matematiky a motivovalo studenty k aktivnějšímu zapojení. Řada z nich byla příjemně překvapena možnostmi, které jim tato služba, a to nejen v matematice, nabízí. Samozřejmě používání WolframAlpha nenahradí samotné matematické znalosti, při řešení příkladů pomocí této služby je potřeba matematickému pojmu především dobře rozumět a ze zobrazených informací si vybrat to podstatné. Někdy jsou výsledky zobrazeny jiným způsobem, než na jaký jsou studenti zvyklí (například postup řešení krok po kroku, výsledky derivací a neurčitých integrálů), proto je nutné se v těchto matematických zápisech orientovat.

Celkově lze konstatovat, že využití WolframAlpha se dá ohodnotit jen pozitivně. Velkou výhodou je jeho jednoduché ovládání a názorné zobrazování výsledků. Jediným minusem je zpoplatnění pokročilejších funkcí (WolframAlpha Pro), které by studenti mohli dobře využít.

WolframAlpha tak může sloužit jako zajímavý doplněk výuky matematiky.

Příspěvek vznikl v rámci projektu „Průřezová inovace studijních programů Lesnické a dřevařské fakulty MENDELU v Brně (LDF) s ohledem na disciplíny společného základu“ (reg. č. CZ 1.07/2.2.00/28.0021) za přispění finančních prostředků EU a státního rozpočtu České republiky.



## Literatura:

[1] Černý, M.: *Využití WolframAlpha v gymnaziální výuce matematiky* [online]. Metodický portál RVP: Základní vzdělávání, 2011, ISSN 1802-4785. Dostupné z <http://clanky.rvp.cz/clanek/r/GHABB/9519/VYUZITI-WOLFRAM%7CALPHA-V-GYMNAZIALNI-VYUCE-MATEMATIKY.html> [cit. 2013-11-22].

- [2] Černý, M.: *WolframAlpha: vyhledávání a počítání online* [online], 2010. Dostupné z <http://www.root.cz/clanky/wolfram-alpha-vyhledavani-a-pocitani-online/> [cit. 2013-11-22].
- [3] Černý, M., Šimková, G.: *Fascinující možnosti WolframAlpha* [online]. Inflow: information journal, Brno, 2012, roč. 5, č. 10, ISSN 1802-9736. Dostupné z <http://www.inflow.cz/wolframalpha> [cit. 2013-11-22].
- [4] Knap, P.: *Počítáme s WolframAlpha* [online], 2011. Dostupné z <http://magazin.stahuj.centrum.cz/pocitame-s-wolframalpha/> [cit. 2013-11-22].
- [5] Knap, P.: *Matematika pro studenty IT s použitím WolframAlpha* [online]. Dostupné z <http://blog.petrknap.cz/c298-matematika-pro-studenty-it-s-pouzitim-wolframalpha.html> [cit. 2013-11-22].
- [6] Kašpárek, M.: *WolframAlpha: univerzální tahák* [online]. Computer, 2010, č. 19, str. 44. Dostupné z <http://www.mathematica.cz/download/wa.pdf> [cit. 2013-11-22].
- [7] Home Page of Robert Mařík [online]. Dostupné z [http://user.mendelu.cz/marik/wiki/doku.php?id=wolfram\\_alpha](http://user.mendelu.cz/marik/wiki/doku.php?id=wolfram_alpha) [cit. 2013-11-22].
- [8] <http://www.wolframalpha.com/>
- [9] <http://www.stephenwolfram.com/>

RNDr. Dana Říhová, Ph.D.  
Ústav statistiky a operačního výzkumu  
Provozně ekonomická fakulta  
Mendelova univerzita v Brně  
Zemědělská 3  
613 00 Brno  
e-mail: dana.rihova@mendelu.cz