Vysoká škola ekonomická v Praze
Fakulta informatiky a statistiky

Bakalářská práce

Zařazování matematických výrazů do webových stránek

Autor práce: Hana Šímová

Vedoucí práce: Ing. Jiří Kosek

Praha 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem vypracovala samostatně bakalářskou práci na téma Zařazování matematických výrazů do webových stránek. Použitou literaturu a další podkladové materiály uvádím v přiloženém seznamu literatury.

V Praze dne 3. 5. 2017 ……

Hana Šímová

Poděkování

Ráda bych poděkovala panu Ing. Jiřímu Koskovi, vedoucímu mé bakalářské práce, za odborné vedení a cenné rady a připomínky, které mi pomohly zpracovat tuto bakalářskou práci.

Abstrakt

Tato práce zhodnocuje současný stav zobrazování matematických výrazů do webových stránek. Zjišťuje jazyky použitelné pro zobrazování matematických výrazů na webových stránkách. Cílem je zjistit jednotlivé způsoby jakými se dají matematické výrazy na web zadávat. Dále se zabývá zjištěním výhod a nevýhod jednotlivých způsobů vkládání a jednotlivých jazyků. Práce se zabývá porovnáním jednotlivých způsobů z pohledu rychlosti načítání, vzhledu vykreslení a použitelnosti při přenášení do jiných prostředí, než je webová stránka. Zabývá se také vkládáním matematiky do webových stránek pro uživatele, kteří neovládají ani jeden z nalezených jazyků.

Klíčová slova

MathML, KaTeX, ASCIIMath, LaTeX, matematika, web

Abstract

This paper explores the current state of display of mathematical expressions on web pages. Identifies the languages that can be used to display mathematical expressions on webpages. The goal is to find out the ways in which mathematical expressions can be entered on the web. It also deals with the identification of advantages and disadvantages of individual insertion methods and individual languages. The thesis deals with the comparison of individual ways from the point of view of load speed, rendering appearance and usability when transferring to an environment other than web site. It also deals with inserting math into web pages for users who do not have knowledge of any of the languages.

Keywords

MathML, KaTeX, ASCIIMath, LaTeX, math, web

Obsah

Prohlášení ... 2
Poděkování ... 3
Abstrakt ... 4
Klíčová slova ... 4
Abstract ... 4
Keywords ... 4
Obsah ... 5
Úvod ... 7
1 Druhy Zápisu ... 8
1.1 MathML ... 8
1.2 (La)TeX ... 11
1.3 ASCIIMath ... 12
2 Způsoby vykreslení vzorců ... 13
2.1 Nativní MathML ... 13
2.1.1 Podpora prohlížečů ... 13
2.2 Katex ... 14
2.2.1 Podpora prohlížečů ... 15
2.3 ASCIIMathML ... 15
2.3.1 Podpora prohlížečů ... 15
2.4 MathJax ... 16
2.4.1 Podpora prohlížečů ... 16
3 Rychlost načítání ... 17
3.1 Způsob testování ... 17
3.2 Samostatný text ... 17
3.3 Obrázky ... 17
3.3.1 Jeden výraz ... 17
3.3.2 Devadesát výrazů ... 18
3.4 MathML ... 18
3.4.1 Jeden výraz ... 18
3.4.2 Devadesát výrazů ... 18
3.5 KaTeX ... 18
3.5.1 Jeden výraz ... 18
3.5.2 Devadesát výrazů ... 18
3.6 ASCIIMath ... 18
3.6.1 Jeden výraz ... 18
3.6.2 90 výrazů ... 19
3.7 MathJax ... 19
3.7.1 MathML ... 19

3.7.1.1 Jeden výraz ... 19
3.7.1.2 Devadesát výrazů ... 19
3.7.2 (La)TeX ... 19
3.7.2.1 Jeden výraz ... 19
3.7.2.2 Devadesát výrazů ... 19
3.7.3 ASCIIMath ... 19
3.7.3.1 Jeden výraz ... 19
3.7.3.2 Devadesát výrazů ... 20
3.7.4 Shrnutí ... 20
4 Použitelnost ... 23
4.1 MathML ... 23
4.2 KaTeX ... 23
4.3 ASCIIMath ... 24
4.4 MathJax ... 24
4.4.1 MathML ... 24
4.4.2 (La)TeX ... 27
4.4.3 ASCIIMath ... 28
4.5 Shrnutí ... 30
5 Čitelnost a kvalita vykreslení ... 31
5.1 MathML ... 31
5.2 KaTeX ... 31
5.3 ASCIIMath ... 32
5.4 MathJax ... 33
5.4.1 MathML ... 33
5.4.2 (La)TeX ... 33
5.4.3 ASCIIMath ... 34
5.5 Shrnutí ... 34
6 Použitelnost vstupu ... 35
6.1 FireMath Add-on ... 35
6.2 MyScript Web Equation ... 35
6.3 MathType ... 36
6.4 WordPress ... 36
6.4.1 MathTex Equation Editor ... 37
6.4.2 WP QuickLaTeX ... 37
6.4.3 WP-KaTeX ... 38
Zhodnocení a závěr ... 39
Reference ... 40

Úvod

Téma jsem si vybrala, protože se týká problematiky webových stránek. O webové technologie se zajímám již od prvního ročníku střední školy a jsem ráda, že se tomuto tématu mohu věnovat i ve své bakalářské práci.

Druhým důvodem pro toto téma je i můj zájem a nadšení pro matematiku. Zjistit jakým způsobem ji dostat na webové stránky a jakým způsobem se vlastně dá v počítači psát.

Třetím důvodem je, že toto téma ještě nebylo nikým takto komplexně zpracované, nebo jsem alespoň nenašla žádné práce odpovídající tomuto tématu.

Tato práce se zaměřuje na vkládání matematických vzorců do webových stránek. Dává si za úkol zjistit jaké jsou vůbec možnosti vkládání matematických výrazů do webových stránek a jaké jazyky je možné k tomuto účelu použít.

Dalším úkolem této práce je zjistit jakým způsobem může s matematickými výrazy na webových stránkách pracovat uživatel. Jaké jsou jeho možnosti pro práci s těmito výrazy, jestli jsou jednoduše přenášet do jiného prostředí a jestli jsou různé způsoby vykreslení různě čitelné a pohodlné pro čtení.

Posledním z úkolů této práce je zhodnotit efektivitu zadávání výrazů do stránky. Jaké jsou vůbec možnosti pro psaní matematických výrazů, pokud zadavatel nezná žádný z jazyků, které se dají pro matematické výrazy na webu použít.

V závěru by mělo být zhodnoceno, která z technik vykreslení a který z jazyků jsou pro práci s matematickými výrazy na webu nejlepší a nejlépe čitelné a zadavatelsky nejpřívětivější.

1 Druhy Zápisu

Tato práce pracuje s matematickými výrazy, pro zjednodušení budou všechny následující kapitoly využívat tři statistické vzorce a jeden smyšlený výraz.

Vzorce byly vybrány kvůli využití různých matematických symbolů a proměnných.

$$(x+y)^n = \sum_{k=0}^{n} \binom{n}{k} x^{n-k} y^k$$

$$G(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sqrt[n]{(x_1 \,.\, x_2 \dots x_n)} = \left(\prod_{i=1}^{n} x_i \right)^{\frac{1}{n}}$$

$$\sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} [x - E(X)]^2 \; f(x)\, dx = \int_{-\infty}^{\infty} x^2 \; f(x) dx - \; [E(X)]^2$$

$$\frac{\frac{x+2}{z^4} - \frac{\sqrt[6]{3x-2}}{z^2}}{\frac{a+b+c}{x+z}} - \binom{6}{8} + \int_{-\infty}^{\infty} x + 16 dx + \sum_{k=0}^{n} \frac{\frac{x+2}{z^4} - \frac{\sqrt[6]{3x-2}}{z^2}}{\frac{a+b+c}{x+z}}$$

Smyšlený výraz je opravdu čistě náhodný a pokouší se využívat graficky složitější prvky na vykreslení např.: zlomek nad i pod zlomkem, sumaci, kombinační číslo, integrál, to vše v jednom jediném příkladu.

V následujících podkapitolách budou tyto výrazy převedeny do jazyků MathML, ASCIIMath a (La)TeX. Tyto syntaxe se využívají pro zapisování vzorců obecně, nejen pro prezentaci na webových stránkách. Dalším příkladem může být psaní učebnic či odborných článků do časopisů a jiných tiskovin.

1.1 MathML

Jazyk MathML je založen na XML (Extensible Markup Language). Jeho zápis je snadný, ale velmi „ukecaný“. Každý zápis vzorce musí začínat a končit značkou $($).

Nyní budou následovat ukázky jednotlivých výrazů. Komentáře k použitým značkám jsou součástí kódu prvního výrazu. Všechny využitelné značky, jejich zápis a použití lze dohledat ve specifikaci. [1]

```
<math>
  <msup> <!-- mocnina -->
    <mfenced>  <!-- závorka -->
      <mrow> <!-- mocněnec -->
        <mi>x</mi>
        <mo>+</mo>
        <mi>y</mi>
      </mrow>
    </mfenced>
    <mi>n</mi> <!-- mocnitel -->
  </msup>
  <mo>=</mo> <!-- rovná se -->
  <munderover>
    <mi>&Sum;</mi> <!-- suma -->
    <mrow> <!—od k rovno 0 -->
      <mi>k</mi>
      <mo>=</mo>
      <mn>0</mn>
    </mrow>
    <mi>n</mi> <!-- po n -->
  </munderover>
  <mrow>
    <mfenced> <!-- kombinační číslo -->
      <mfrac linethickness="0"> <!-- tvoří se jako zlomek bez dělící čáry-->
        <mi>n</mi>
        <mi>k</mi>
      </mfrac>
    </mfenced>
  </mrow>
  <msup> <!-- mocnina -->
    <mi>x</mi> <!-- mocněnec -->
    <mrow> <!-- mocnitel -->
      <mi>n</mi>
      <mo>-</mo>
      <mi>k</mi>
    </mrow>
  </msup>
  <mo>&#x2062;</mo> <!--neviditelné krát-->
  <msup><!-- mocnina -->
    <mi>y</mi><!-- mocněnec -->
    <mi>k</mi><!-- mocnitel -->
  </msup>
</math>
```

Fragment kódu 1 MathML – Binomická věta

```
<math>
  <mi>G</mi>
  <mfenced>
    <msub>
      <mi>x</mi>
      <mn>1</mn>
    </msub>
    <msub>
      <mi>x</mi>
      <mn>2</mn>
    </msub>
    <mi>...</mi>
    <msub>
      <mi>x</mi>
      <mi>n</mi>
    </msub>
  </mfenced>
  <mo>=</mo>
  <mroot>
    <mrow>
      <mfenced>
        <mrow>
          <msub>
            <mi>x</mi>
            <mn>1</mn>
          </msub>
          <mo>&#x2062;</mo>
          <msub>
            <mi>x</mi>
            <mn>2</mn>
          </msub>
          <mi>...</mi>
          <msub>
            <mi>x</mi>
            <mi>n</mi>
          </msub>
        </mrow>
      </mfenced>
    </mrow>
    <mi>n</mi>
  </mroot>
  <mo>=</mo>
  <msup>
    <mfenced>
```

```
        <mrow>
          <munderover>
            <mi>&prod;</mi>
            <mrow>
              <mi>i</mi>
              <mo>=</mo>
              <mn>1</mn>
            </mrow>
            <mi>n</mi>
          </munderover>
          <msub>
            <mi>x</mi>
            <mi>i</mi>
          </msub>
        </mrow>
      </mfenced>
      <mfrac>
        <mrow>
          <mn>1</mn>
        </mrow>
        <mi>n</mi>
      </mfrac>
    </msup>
</math>
```

Fragment kódu 2 MathML – Geometrický průměr

```
<math>
  <msup>
    <mi>&sigma;</mi>
    <mn>2</mn>
  </msup>
  <mo>=</mo>
  <msubsup>
    <mo>&Integral;</mo>
    <mn>-&infin;</mn>
    <mn>&infin;</mn>
  </msubsup>
  <msup>
    <mfenced open="[" close="]">
      <mrow>
        <mi>x</mi>
        <mo>-</mo>
        <mi>E</mi>
        <mfenced>
          <mrow>
            <mi>X</mi>
          </mrow>
        </mfenced>
      </mrow>
    </mfenced>
    <mn>2</mn>
  </msup>
  <mi>f</mi>
  <mfenced>
    <mrow>
      <mi>x</mi>
    </mrow>
  </mfenced>
  <mi>d</mi>
  <mi>x</mi>
  <mo>=</mo>
  <msubsup>
    <mo>&Integral;</mo>
    <mn>-&infin;</mn>
    <mn>&infin;</mn>
  </msubsup>

<msup>
    <mi>x</mi>
    <mn>2</mn>
  </msup>
  <mi>f</mi>
  <mfenced>
    <mrow>
      <mi>x</mi>
    </mrow>
  </mfenced>
  <mi>d</mi>
  <mi>x</mi>
  <mo>-</mo>
  <msup>
    <mfenced open="[" close="]">
      <mrow>
        <mi>E</mi>
        <mfenced>
          <mrow>
            <mi>X</mi>
          </mrow>
        </mfenced>
      </mrow>
    </mfenced>
    <mn>2</mn>
  </msup>
</math>
```

Fragment kódu 3 MathML – Rozptyl pro spojitou náhodnou veličinu

```
<math>
  <mfrac linethickness="200%">
    <mrow>
      <mfrac>
        <mrow>
          <mi>x</mi>
          <mo>+</mo>
          <mn>2</mn>
        </mrow>
        <msup>
```

```
            <mi>z</mi>
            <mn>4</mn>
          </msup>
        </mfrac>
        <mo>-</mo>
        <mfrac>
          <mroot>
            <mrow>
              <mn>3</mn>
              <mi>x</mi>
              <mo>-</mo>
              <mn>2</mn>
            </mrow>
            <mn>6</mn>
          </mroot>
          <msup>
            <mi>z</mi>
            <mn>2</mn>
          </msup>
        </mfrac>
      </mrow>
      <mfrac>
        <mrow>
          <mi>a</mi>
          <mo>+</mo>
          <mi>b</mi>
          <mo>+</mo>
          <mi>c</mi>
        </mrow>
        <mrow>
          <mi>x</mi>
          <mo>+</mo>
          <mi>z</mi>
        </mrow>
      </mfrac>
    </mfrac>
    <mo>-</mo>
    <mfenced>
      <mfrac linethickness="0">
        <mn>6</mn>
        <mn>8</mn>
      </mfrac>
    </mfenced>
    <mo>+</mo>
    <msubsup>
      <mo>&Integral;</mo>
      <mn>-&infin;</mn>
      <mn>&infin;</mn>
    </msubsup>
    <mi>x</mi>
    <mo>+</mo>
    <mn>16</mn>
    <mi>d</mi>
    <mi>x</mi>
    <mo>+</mo>
```

```
    <munderover>
      <mi>&Sum;</mi>
      <mrow>
        <mi>k</mi>
        <mo>=</mo>
        <mn>0</mn>
      </mrow>
      <mi>n</mi>
    </munderover>
    <mfrac linethickness="200%">
      <mrow>
        <mfrac>
          <mrow>
            <mi>x</mi>
            <mo>+</mo>
            <mn>2</mn>
          </mrow>
          <msup>
            <mi>z</mi>
            <mn>4</mn>
          </msup>
        </mfrac>
        <mo>-</mo>
        <mfrac>
          <mroot>
            <mrow>
              <mn>3</mn>
              <mi>x</mi>
              <mo>-</mo>
              <mn>2</mn>
            </mrow>
            <mn>6</mn>
          </mroot>
          <msup>
            <mi>z</mi>
            <mn>2</mn>
          </msup>
        </mfrac>
      </mrow>
      <mfrac>
        <mrow>
          <mi>a</mi>
          <mo>+</mo>
          <mi>b</mi>
          <mo>+</mo>
          <mi>c</mi>
        </mrow>
        <mrow>
          <mi>x</mi>
          <mo>+</mo>
          <mi>z</mi>
        </mrow>
      </mfrac>
    </mfrac>
  </math>
```

Fragment kódu 4 MathML – smyšlený výraz

1.2 (La)TeX

Tím, že se dají v jazyce LaTeX psát matematické výrazy, stal se velmi oblíbený ve vědecké komunitě. Sazba matematiky je jednou z největších předností tohoto jazyka.

Tento jazyk je ucelený pro psaní jakékoli práce ať vědecké nebo jakékoliv jiné (článek, kniha, dopis). Tato práce se věnuje jen matematické části.

Nyní budou následovat ukázky jednotlivých výrazů.

```
(x+y)^n = \sum_{k=0}^{n} {n \choose k} x^{(n-k)} y^k
```

Fragment kódu 5 (La)TeX – Binomická věta

```
G(x_1,x_2,...,x_n) = \sqrt{x_1.x_2...x_n} = (\prod_{i=1}^{n} x_i)
```

Fragment kódu 6 (La)TeX – Geometrický průměr

```
\sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} [x-E(X)]^2 f(x) dx = \int_{-\infty}^{\infty} x^2 f(x) dx  -
[E(X)]^2
```

Fragment kódu 7 (La)TeX – Rozptyl pro spojitou náhodnou veličinu

```
\frac{\frac{x+2}{z^{4}}+\frac{\sqrt[3]{3x-2}}{z^{2}}}{\frac{a+b+c}{x+z}}-
\binom{6}{8}+\int_{-\infty}^{\infty}x-16
dx+\sum_{k=0}^{n}\frac{\frac{x+2}{z^{4}}+\frac{\sqrt[3]{3x-
2}}{z^{2}}}{\frac{a+b+c}{x+z}}
```

Fragment kódu 8 (La)TeX – Smyšlený výraz

Veškeré použitelné značky lze dohledat na internetu [2]. (La)TeX obsahuje velké množství značek a některé zápisy mohou být trochu složité. Jelikož se jedná o komplexní jazyk po psaní odborných dokumentů je velmi složité se jej naučit.

1.3 ASCIIMath

Nyní budou následovat ukázky jednotlivých výrazů. Všechny využitelné znaky a jejich zápis lze dohledat na v dokumentaci. [3]

(La)TeX a ASCIIMath mají velmi podobnou syntaxi. (La)Tex je jazyk, který je mnohem bohatší a přizpůsobený pro psaní jakýchkoliv dokumentů. ASCIIMath je vytvořen pouze pro vkládání matematických výrazů do webových stránek a v některých entitách je instinktivnější.

Pokud tedy jde pouze pro psaní matematických výraz na web je snadnější naučit se ASCIIMath než (La)TeX.

```
\(x+y\)^n = \sum_{k=0}^{n} ((n),(k)) x^\(n-k\) y^k
```

Fragment kódu 9 ASCIIMath – Binomická věta

```
G(x_1,x_2,...,x_n) = \root(n){x_1.x_2...x_n} = (\prod_{i=1}^{n} x_i)
```

Fragment kódu 10 ASCIIMath – Geometrický průměr

```
\sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} [x-E(X)]^2 f(x) dx = \int_{-\infty}^{\infty} x^2 f(x) dx
- [E(X)]^2
```

Fragment kódu 11 ASCIIMath – Rozptyl pro spojitou náhodnou veličinu

```
\frac{\frac{x+2}{z^4}+\frac{\root(3)(3x-2)}{z^2}}{\frac{a+b+c}{x+z}} - ((6),(8)) + \int_{-
\infty}^{\infty} x-16 dx + \sum_{k=0}^{n} \frac{\frac{x+2}{z^4}+\frac{\root(3)(3x-
2)}{z^2}}{\frac{a+b+c}{x+z}}
```

Fragment kódu 12 ASCIIMath – Smyšlený výraz

2 Způsoby vykreslení vzorců

Existuje několik možností, jak zapisovat vzorce do webových stránek. V současnosti existuje několik zobrazovacích technik. Všechny tyto způsoby mají různý zápis a je zde velmi různá podpora prohlížečů.

V následujících kapitolách bude představeno zobrazování jazyka MathML, zobrazování LaTeXu pomocí jeho zobrazovací knihovny KaTeX, zobrazování jazyka ASCIIMath jeho zobrazovací knihovnou ASCIIMathML a nakonec zobrazovací knihovna MathJax, která je schopná zobrazit jakýkoli z jazyků.

Všechny tyto způsoby zobrazování budou v následujících kapitolách detailněji popsány.

2.1 Nativní MathML

Zápis vzorců byl problémem již z doby před internetem. Nebylo moc způsobů, jak někomu elektronicky předat matematické vzorce nebo matematické rovnice. V návaznosti na tuto potřebu Dave Raggett v roce 1994 navrhl jako součást HTML 3.0 (tento standard nikdy nebyl oficiálně publikován) možnost zápisu vzorců – HTML Math. Tato událost vedla k postupnému zformování týmu pod W3C, a to v březnu roku 1997. [4]

Od návrhu HTML 3.0 je tedy součástí HTML standardu značka $($). Při použití v HTML 5 není třeba přidávat jmenný prostor (xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"). Ve starších verzích HTML je ještě třeba jmenný prostor přidat.

MathML je v současnosti dostupný ve verzi 3.0 vydání 2. [1] Tato verze byla vydána 10. dubna 2014. Verze 1 je však mnohem starší a je datována na 7. července roku 1999. [4]

2.1.1 Podpora prohlížečů

Nativní MathML je dnes podporováno pouze Mozzilou Firefox a Safari.

Tabulka 1 Podpora nativního MathML [5] [6] [7]

Prohlížeč	Podpora
Internet Explorer	Není podporován
Edge	Není podporován
Firefox	v1.0 a novější
Chrome	Není podporován
Safari	v5.1 a novější
Opera	Není podporován

Je zajímavé, že od verze 1.0 podporuje MathML pouze Firefox. Postupem času přišla podpora v Safari, ale ostatní prohlížeče MathML v jeho nativní verzi zobrazit neumí a ani není podpora plánována do dalších verzí prohlížečů.

Zde je ukázka, jak se vykreslí binomická věta v prohlížeči Firefox, který nativní MathML podporuje, a jak se vykreslí v prohlížeči Chrome, který nativní MathML nepodporuje.

$$(x+y)^n = \sum_{k=0}^{n} \binom{n}{k} x^{n-k} y^k$$

Obrázek 1 Vykreslení nativního MathML prohlížečem, který MathML podporuje

x + y n = ∑ k = 0 n n k x n - k y k

Obrázek 2 Vykreslení nativního MathML prohlížečem, který MathML nepodporuje

2.2 Katex

KaTeX je JavaScriptová knihovna pro zobrazení vzorců psaných v jazyku TeX. Tato knihovna byla vytvořena v roce 2015 týmem z Khan Academy. Tato knihovna je Open Source a je tedy plně přístupná uživatelům. Všechny zdrojové kódy této knihovny jsou k dispozici na GitHubu Khan Academy. Zároveň je tato knihovna pod Licencí CLA (Contributor License Agreement). [8]

Při využívání KaTeXu je třeba nejprve si stáhnout nebo načíst jeho JavaScriptovou knihovnu. Poté se vzorec načítá pomocí volání katex.render("výraz na vykreslení", DOM element do kterého se má vzorec vykreslit). Toto volání zajistí renderování v prohlížeči uživatele. Existuje ještě možnost renderování na straně serveru nebo renderování do textového řetězce var html = katex.renderToString("výraz na vykreslení "). V tomto případě je potřeba některé znaky escapovat dvakrát, jako je vidět v ukázce.

```
<span id="firstFormula"> </span>
<script>
	const firstFormula = document.getElementById('firstFormula');
	katex.render ("(x+y)^n = \\sum_{k=0}^{n} {n \\choose k} x^{(n-k)} y^k",
firstFormula);
</script>
```

Fragment kódu 13 KaTeX - vykreslení pomocí katex.render

Volat takto renderování na každý vzorec zvlášť by ale bylo velmi náročné a pracné. V mnoha případech se tedy využívá velmi jednoduchý script, který nahradí všechny elementy se stejnou třídou (class) vzorcem. Takové použití je možné například následujícím scriptem.

```
<span class="math">(x+y)^n = \sum_{k=0}^{n} {n \choose k} x^{(n-k)} y^k</span>
<div class="math">G(x_1,x_2,...,x_n) = \sqrt{x_1.x_2...x_n} = (\prod_{i=1}^{n}
x_i)</div>

<script>
	var math = document.getElementsByClassName("math");
	for(var i = 0 ; i< math.length ; i++){
		var matika = math[i].textContent;
		math[i].innerHTML = '';
		katex.render(matika, math[i]);
	}
</script>
```

Fragment kódu 14 Možnosti vykreslení KaTeX při využití JavaScriptu

2.2.1 Podpora prohlížečů

KaTeX je podporován všemi hlavními prohlížeči.

Tabulka 2 Podpora KaTeXu [8]

Prohlížeč	Podpora
Internet Explorer	v8 a novější
Edge	ano
Firefox	ano
Chrome	ano
Safari	ano
Opera	ano

V podporovaných prohlížečích je binomická věta vykreslena takto:

$$(x+y)^n = \sum_{k=0}^{n} \binom{n}{k} x^{(n-k)} y^k$$

Obrázek 3 Vykreslení KaTeXem

2.3 ASCIIMathML

ASCIIMath se dá vykreslit pomocí vlastní JavaScriptové knihovny (ASCIIMathML.js), která ASCIIMath převede do nativního MathML a to se poté vykreslí.

ASCIIMath se automaticky vykresluje modře, aby byl vzorec ihned rozpoznatelný. Toto vykreslení je samozřejmě možné přepnout.

Důležité je výraz uzavřít do zpětných jednoduchých uvozovek, těmi říkáme, že mezi nimi se vyskytuje matematika, která je třeba vykreslit. Tímto způsobem je velmi snadné míchat normální text a matematické vzorce.

```
`\(x+y\)^n = \sum_{k=0}^{n} ((n),(k)) x^\(n-k\) y^k `
```

Fragment kódu 15 Použití zpětných uvozovek pro vykreslení ASCIIMath

2.3.1 Podpora prohlížečů

V případě vykreslení pomocí Javascritové knihovny ASCIIMathML.js se jedná o stejnou podporu jako v případě MathML (kapitola 3.1.1).

V podporovaných prohlížečích je binomická věta vykreslena takto:

$$(x+y)^n = \sum_{k=0}^{n} \binom{n}{k} x^{n-k} y^k$$

Obrázek 4 Vykreslení ASCIIMath pomocí ASCIIMathML.js

2.4 MathJax

MathJax je open-source Javascriptová knihovna pro zobrazování matematických vzorců psaných v MathML, (La)Tex a ASCIIMath, která funguje ve většině moderních prohlížečů. [9]

MathJax využívá převážně znaků pro vykreslení jednotlivých prvků rovnic a vzorců místo toho, aby využíval obrázky.

U prohlížečů, které podporují nativní MathML je MathJax schopen převést TeX (LaTeX) do MathML aby mohlo být vykreslení rychlejší.

Pro využití této knihovny stačí ji načíst do skriptu a matematika, která je ve stránce obsažena se automaticky vykreslí.

V případě vykreslování MathML stačí načíst knihovnu a stejně jako při nativním MathML použít otevírací a zavírací tag <math>. V případě ASCIIMath je stejně jako v případe ASCIIMathML uzavřít do jednoduchých zpětných uvozovek. V případě (La)TeXu je třeba před a za výraz přidat dva znaky dolaru ($$).

2.4.1 Podpora prohlížečů

Tabulka 3 Podpora MathJax [9]

Prohlížeč	Podpora
Internet Explorer	6.0 a novější (Windows)
Firefox	3.0 a novější (Windows, MacOS, Linux)
Chrome	0.3 a novější (Windows, MacOS, Linux)
Safari	2.0 a novější (MacOSX, Windows)
Opera	4.5 a novější (Windows, MacOS, Linux)

3 Rychlost načítání

Pro testování rychlosti načítání byl zvolen nástroj GTmetrix (https://gtmetrix.com/).

Tento nástroj využívá pro svá měření prohlížeč Firefox (Desktop) verze 49.0.2. Je tedy vhodný pro testování, protože Firefox zobrazí matematické výrazy v jakékoli podobě.

Při testování byl ponechán výchozí testovací server ve Vancouveru, Canada.

3.1 Způsob testování

Byl vytvořen jeden dokument obsahující pět odstavců náhodného textu (cs.blabot.net). Dále byly vytvořeny dva dokumenty pro každou techniku zobrazení. V prvním je pět odstavců textu a jeden matematický výraz. Ve všech případech je použit totožný text i výraz. V druhém dokumentu je stejných pět odstavců textu, ale výrazů bylo použito 90, mají tedy simulovat například stránku v učebnici. K těmto dokumentům patří i takové, kde jsou veškeré výrazy vložené jako obrázky.

Na každém z těchto dokumentů byla nástrojem GTmetrix změřena rychlost.

Jako první se bude porovnávat rozdíl mezi výsledkem dokumentu obsahujícího pouze text a dokumentem s jedním výrazem. Rozdíl mezi těmito časy vyjadřuje načtení a inicializaci knihoven pro vykreslování matematiky.

Druhé porovnání bude mezi výsledkem s jedním výrazem a 90 výrazy. Rozdíl mezi těmito časy odpovídá samotné rychlosti vykreslování.

Pro každý dokument byl test spuštěn třikrát. Výsledky budou prezentovány v následujících podkapitolách. Test byl opakován z důvodu proměnlivosti časové odezvy závislé na vytížení serveru a provozu na síti. Výsledkem měření tedy bude aritmetický průměr z jednotlivých naměřených časů.

Nástroj GTmetrix pro každý test generuje pdf dokument s výsledky. Všechny výsledky testů i výchozí dokumenty pro testování jsou dostupné na https://simh00.github.io.

3.2 Samostatný text

První, co tedy chceme zjisti je, za jak dlouho se načte a vykreslí samotný text. Výsledky testů jsou 191ms, 198ms a 183ms.

Aritmetickým průměre těchto hodnot je 190,67ms. S touto hodnotou budou porovnávány veškeré výsledky dokumentů s jedním výrazem.

3.3 Obrázky

Jak z této práce plyne, existuje dost způsobů, jak matematické výrazy zařadit do webové stránky „elegantně," ale ještě se stále používá i vkládání pomocí obrázků, proto jsou pro porovnání do tohoto testu také zařazeny.

3.3.1 Jeden výraz

Výsledky tohoto testu jsou hodnoty 356ms, 371ms, 337ms. Aritmetickým průměrem těchto hodnot je 354,67ms.

Pokud se tedy podíváme na výsledek testu s textem a porovnáme s výsledkem pro jeden výraz, dostaneme se na hodnotu 164ms. Takovou dobu tedy trvá stažení a zobrazení jednoho obrázku s matematickým výrazem.

3.3.2 Devadesát výrazů

Výsledky testu pro vykreslení devadesáti výrazů pomocí obrázků jsou 3,5s, 3,3s a 2,7s. Průměrnou hodnotou je tedy 3,16s.

Pokud porovnáme výsledek jednoho výrazu a devadesáti, lze spočítat, že vykreslení všech obrázků zabralo 2,8s.

3.4 MathML

3.4.1 Jeden výraz

Výsledky tohoto testu jsou hodnoty 269ms, 217ms, 193ms. Aritmetickým průměrem těchto hodnot je 226,33ms.

Pokud se tedy podíváme na výsledek testu s textem a porovnáme s výsledkem pro jeden výraz, dostaneme se na hodnotu 35,66ms. Takovou dobu tedy trvá zobrazení jednoho matematického výrazu.

3.4.2 Devadesát výrazů

Výsledky testu pro vykreslení devadesáti výrazů pomocí MathML jsou 600ms, 493ms a 443ms. Průměrnou hodnotou je tedy 512ms.

Pokud porovnáme výsledek jednoho výrazu a devadesáti, lze spočítat, že vykreslení všech výrazů zabralo 285,67ms.

3.5 KaTeX

3.5.1 Jeden výraz

Výsledky tohoto testu jsou hodnoty 800ms, 900ms, 800ms. Aritmetickým průměrem těchto hodnot je 833,33ms.

Pokud se tedy podíváme na výsledek testu s textem a porovnáme s výsledkem pro jeden výraz, dostaneme se na hodnotu 642,66ms. Takovou dobu tedy trvá zobrazení jednoho matematického výrazu.

3.5.2 Devadesát výrazů

Výsledky testu pro vykreslení devadesáti výrazů pomocí KaTeXu jsou 2,9s, 3,5s a 2,8s. Průměrnou hodnotou je tedy 3,06s.

Pokud porovnáme výsledek jednoho výrazu a devadesáti, lze spočítat, že vykreslení všech výrazů zabralo přibližně 2,23s.

3.6 ASCIIMath

3.6.1 Jeden výraz

Výsledky tohoto testu jsou hodnoty 394ms, 0,6s, 1s. Aritmetickým průměrem těchto hodnot je 664,67ms.

Pokud se tedy podíváme na výsledek testu s textem a porovnáme s výsledkem pro jeden výraz, dostaneme se na hodnotu 474ms. Takovou dobu tedy trvá zobrazení jednoho matematického výrazu.

3.6.2 90 výrazů

Výsledky testu pro vykreslení devadesáti výrazů pomocí ASCIIMath jsou 1,3s, 1,5s a 1,6s. Průměrnou hodnotou je tedy 1,46s.

Pokud porovnáme výsledek jednoho výrazu a devadesáti, lze spočítat, že vykreslení všech výrazů zabralo přibližně 1s.

3.7 MathJax

3.7.1 MathML

3.7.1.1 Jeden výraz

Výsledky tohoto testu jsou hodnoty 1,5s, 1,6s, 1,1s. Aritmetickým průměrem těchto hodnot je 1,4 vteřiny.

Pokud se tedy podíváme na výsledek testu s textem a porovnáme s výsledkem pro jeden výraz, dostaneme se na hodnotu přibližně 1,2s. Takovou dobu tedy trvá zobrazení jednoho matematického výrazu.

3.7.1.2 Devadesát výrazů

Výsledky testu pro vykreslení devadesáti výrazů pomocí MathJaxu vykreslujícího MathML jsou 4,3s, 3,4s a 3,1s. Průměrnou hodnotou je tedy 3,6s.

Pokud porovnáme výsledek jednoho výrazu a devadesáti, lze spočítat, že vykreslení všech výrazů zabralo přibližně 2,4s.

3.7.2 (La)TeX

3.7.2.1 Jeden výraz

Výsledky tohoto testu jsou hodnoty 1,5s, 1,6s, 2,2s. Aritmetickým průměrem těchto hodnot je 1,76 vteřiny.

Pokud se tedy podíváme na výsledek testu s textem a porovnáme s výsledkem pro jeden výraz, dostaneme se na hodnotu 1,57s. Takovou dobu tedy trvá zobrazení jednoho matematického výrazu.

3.7.2.2 Devadesát výrazů

Výsledky testu pro vykreslení devadesáti výrazů pomocí MathJaxu vykreslujícího (La)TeX jsou 2,2s, 3,7s a 2,4s. Průměrnou hodnotou je tedy 2,76s.

Pokud porovnáme výsledek jednoho výrazu a devadesáti, lze spočítat, že vykreslení všech výrazů zabralo 1s.

3.7.3 ASCIIMath

3.7.3.1 Jeden výraz

Výsledky tohoto testu jsou hodnoty 2,4s, 3,7s, 1,6s. Aritmetickým průměrem těchto hodnot je 2,56 vteřiny.

Pokud se tedy podíváme na výsledek testu s textem a porovnáme s výsledkem pro jeden výraz, dostaneme se na hodnotu přibližně 2,4s. Takovou dobu tedy trvá zobrazení jednoho matematického výrazu.

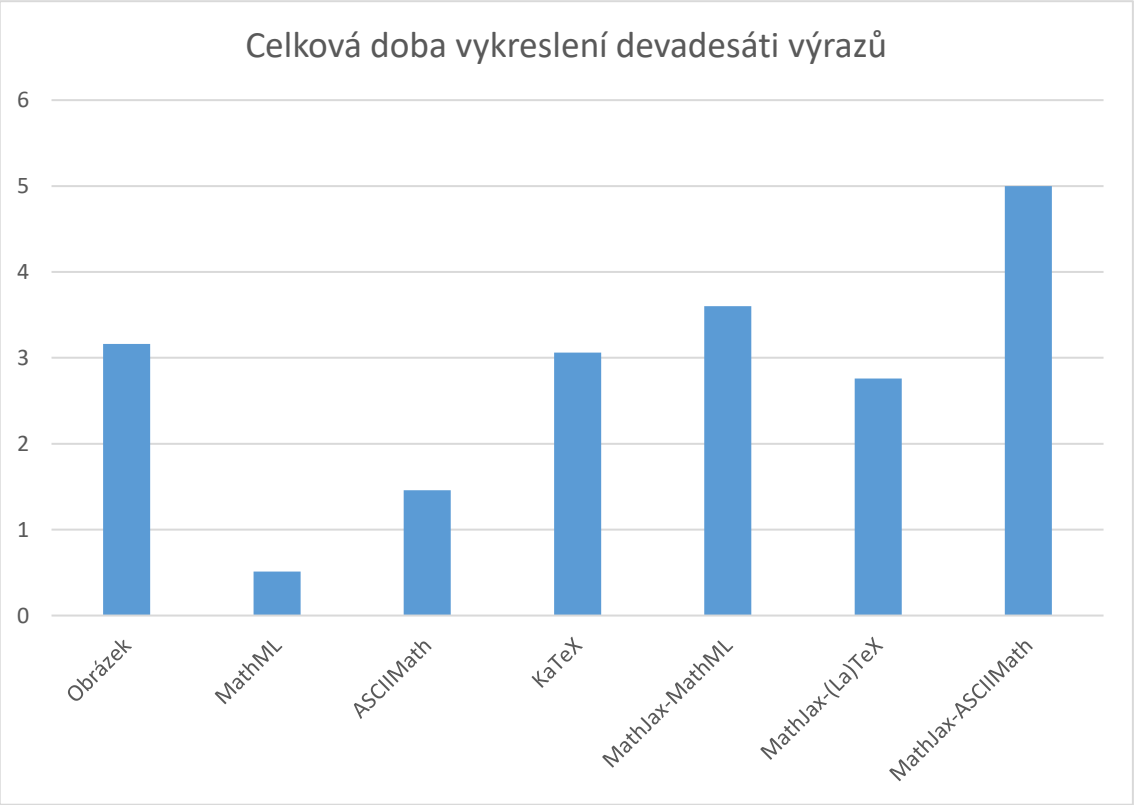
3.7.3.2 Devadesát výrazů

Výsledky testu pro vykreslení devadesáti výrazů pomocí MathJaxu vykreslujícího ASCIIMath jsou 5,5s, 4,9s a 4,5s. Průměrnou hodnotou je tedy přibližně 5s.

Pokud porovnáme výsledek jednoho výrazu a devadesáti, lze spočítat, že vykreslení všech výrazů zabralo 2,6s.

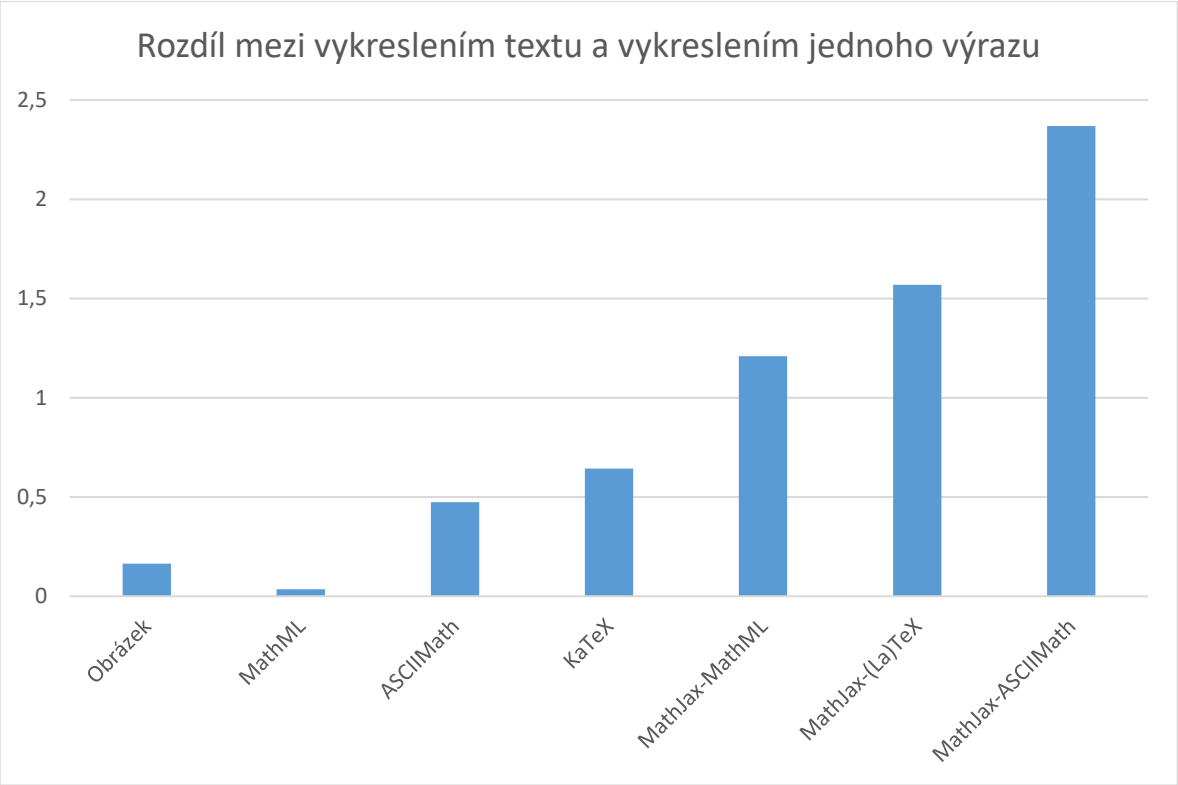
3.7.4 Shrnutí

Shrnutí a názorné zobrazení ukazují následující grafy. Všechna čísla použitá v grafech jsou uvedena v předchozích podkapitolách.



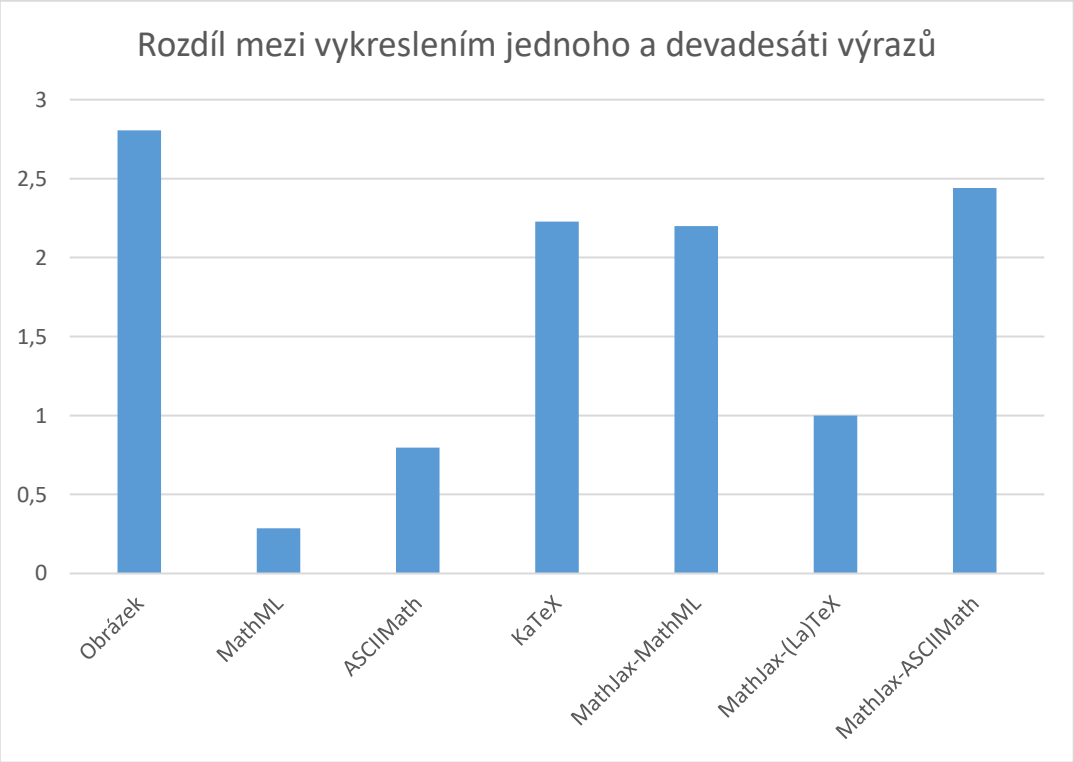
Graf 1 Celková doba vykreslení devadesáti výrazů

Tento graf ukazuje celkovou dobu, která byla potřeba pro vykreslení jednotlivých dokumentů. Jak je patrné, je nejrychlejší možností MathML následované ASCIIMath. Dalším v pořadí je MathJax vykreslující (La)TeX následována KaTeXem. Vůbec nejpomalejší vyšel MathJax vykreslující ASCIIMath.



Graf 2 Rozdíl mezi vykreslením textu a vykreslením jednoho výrazu

Graf obrazuje rozdíl času vykreslení textu a vykreslení jednoho výrazu. Zobrazuje tedy za jak dlouho se načtou a inicializují knihovny pro vykreslování. Nejrychlejší v tomto případě je MathML následované jedním obrázkem. Velmi podobný výsledek má ASCIIMath a KaTeX. Pomalý je MathJax jako celek a nejpomalejší je MathJax, který má vykreslovat ASCIIMath.



Graf 3 Rozdíl mezi vykreslením jednoho a devadesáti výrazů

Poslední graf zobrazuje rozdíl mezi časem vykreslení jednoho a devadesáti výrazů. Z časů tedy vyplývá, za jak dlouho se matematika skutečně vykreslí, pokud jsou již načtené a inicializované všechny potřebné knihovny.

Nejrychlejší je opět MathML, následuje ho ASCIIMath a MathJax vykreslující (La)TeX. Nejpomalejší je načtení všech obrázků.

Jak tedy z grafů vyplývá nejrychlejší je nativní MathML následované ASCIIMathem. Jak je vidět, je použití MathJaxu v porovnání s ostatními metodami pomalé, a to i v případě vložení výrazů pomocí obrázků. Toto je viditelné i pouhým okem při sledování načítaní stránky s výrazy.

4 Použitelnost

Pod použitelnost si v případě matematických vzorců zařadíme hlavně jejich kopírování a vkládání jinam. V tomto případě se bude jedná o několik míst vkládání. Microsoft Word, LibreOffice, do vyhledavače Google, Google Docs a do systému Wolfram Alpha.

4.1 MathML

Obyčejným copy a paste do programu Microsoft Word se bohužel dosáhlo velmi ošklivého a nečitelného řádku číslic a znaků.

```
x + y n = ∑ k = 0 n n k x n - k ⊠ y k

G x 1 x 2 … x n = x 1 ⊠ x 2 … x n n = ∏ i = 1 n x i 1 n

σ 2 = ∫ -∞ ∞ x - E X 2 f x d x = ∫ -∞ ∞ x 2 f x d x - E X 2

x + 2 z 4 - 3 x - 2 6 z 2 a + b + c x + z - 6 8 + ∫ -∞ ∞ x + 16 d x + ∑ k = 0 n x + 2 z 4 - 3 x - 2
6 z 2 a + b + c x + z
```

Fragment kódu 16 MathML – Copy a Paste do Microsoft Word

Téměř navlas stejného výsledku bylo dosaženo ze všech nejběžněji používaných prohlížečů (Firefox, Chrome, Opera, Edge). Je tedy nutné konstatovat, že obyčejné kopírovaní není u MathML použitelné.

Stejný výsledek u obyčejného Copy a Paste bylo dosaženo i v případě LibreOffice a Google Docs.

Co se týče vyhledavače Googlu, je v případě obyčejného copy a paste stejně zmatený jako Word. Nenajde nic užitečného a ani se výsledkem nepřiblíží k původní rovnici.

Pokud se podíváme na vkládání do Wolfram Apha je při obyčejném Copy a Paste nepoužitelný.

4.2 KaTeX

Stejně jako v předchozí kapitole, bylo dosaženo vlastně totožných výsledků po obyčejném kopírování, a to jak do Wordu, tak i do vyhledavače Googlu, Wolframu Alpha, LibreOffice a Google Docs.

```
(x+y)n=∑k=0n(nk)xn-kyk

G(x1,x2,...,xn)=x1.x2...xn=(∏i=1nxi)

σ2=∫-∞∞[x-E(X)]2f(x)dx=∫-∞∞x2f(x)dx-[E(X)]2

x+2z4+3{3x-2}z2a+b+cx+z-(68)+∫0∞x-16dx+∑k=0nx+2z4+3{3x-2}z2a+b+cx+z
```

Fragment kódu 17 KaTeX – Copy a Paste do Microsoft Word

Jediný použitelný se jeví výraz v (La)Texu, ale nikdo po uživateli nemůže chtít hledat původní výraz ve zdrojovém kódu.

4.3 ASCIIMath

Stejně jako v předchozí kapitole, bylo dosaženo vlastně totožných výsledků po obyčejném kopírování.

```
(x+y)n=∑k=0n(nk)xn-kyk

G(x1,x2,...,xn)=x1.x2...xn=(∏i=1nxi)

σ2=∫-∞∞[x-E(X)]2f(x)dx=∫-∞∞x2f(x)dx-[E(X)]2

x+2z4+3{3x-2}z2a+b+cx+z-(68)+∫0∞x-16dx+∑k=0nx+2z4+3{3x-2}z2a+b+cx+z
```

Fragment kódu 18 ASCIIMath – Copy a Paste do Microsoft Word

Použitelný není ani původní výraz, který byl napsán v ASCIIMath. I kdyby toto fungovalo, stejně nemůžeme po uživateli chtít, aby dohledával původní výrazy ve zdrojovém kódu stránky.

Stejný výsledek u obyčejného Copy a Paste bylo dosaženo i v případě LibreOffice a Google Docs.

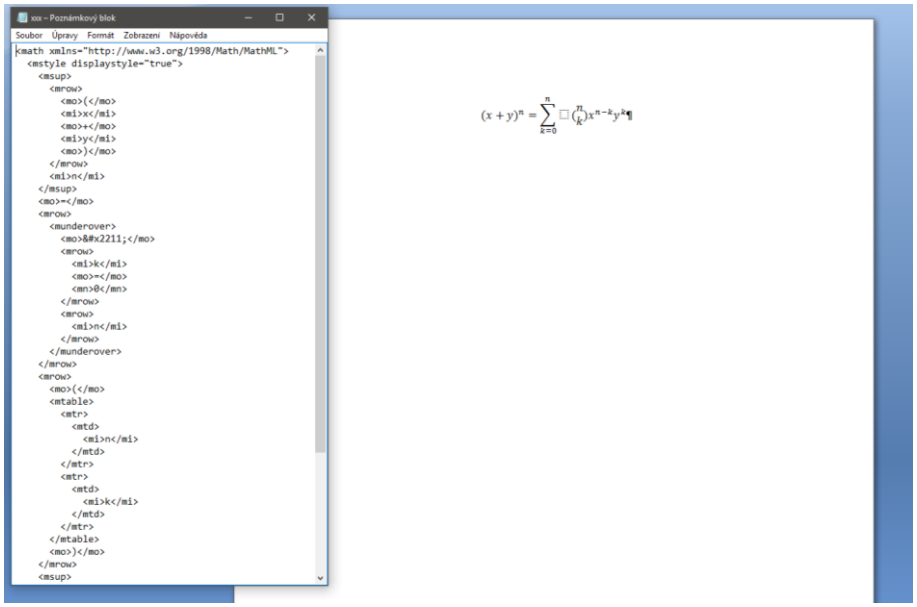
Vyhledavač Google dává stejné výsledky jako v předchozí podkapitole, stejně tak potom Wolfram Alpha.

4.4 MathJax

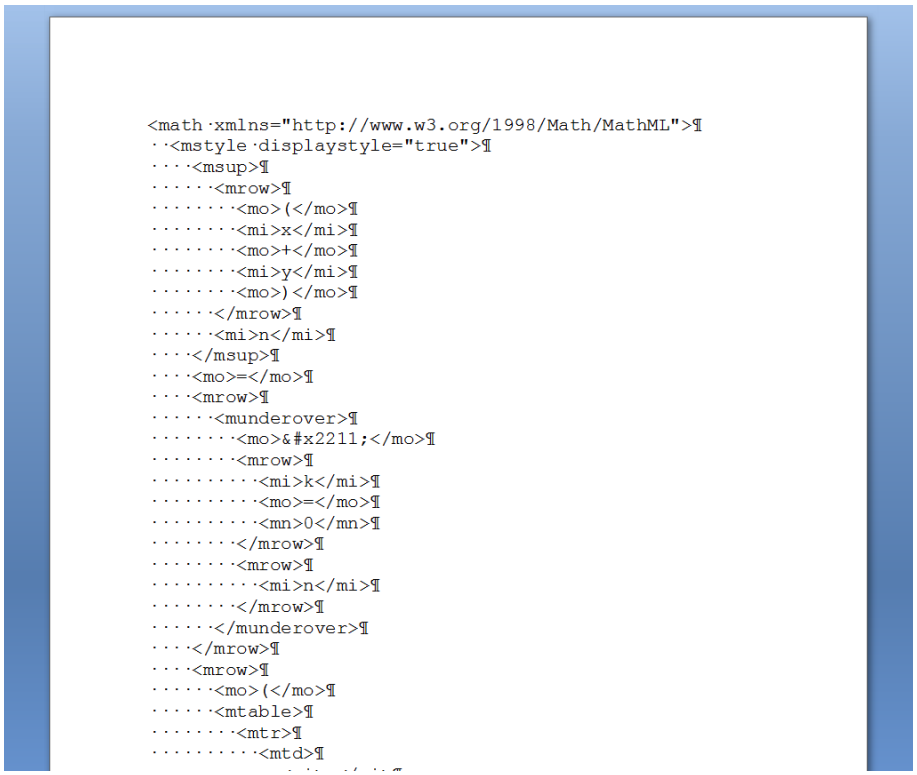
Zajímavé je, že pokud se snažíme kopírovat matematiku vloženou pomocí MathJaxu, je možné po stisknutí pravého tlačítka dojít do nabídky „Show Math As“ a z nabídky si vybrat buď jazyk ve kterém je původně výraz napsaný nebo reprezentaci MathML.

4.4.1 MathML

Pokud zkopírujeme rovnici převedenou na MathML, vložíme do poznámkového bloku a odtud do Wordu, automaticky se zobrazí jako výraz, který se dá ve Wordu naklikat pomocí vytvářeče rovnic. [10]

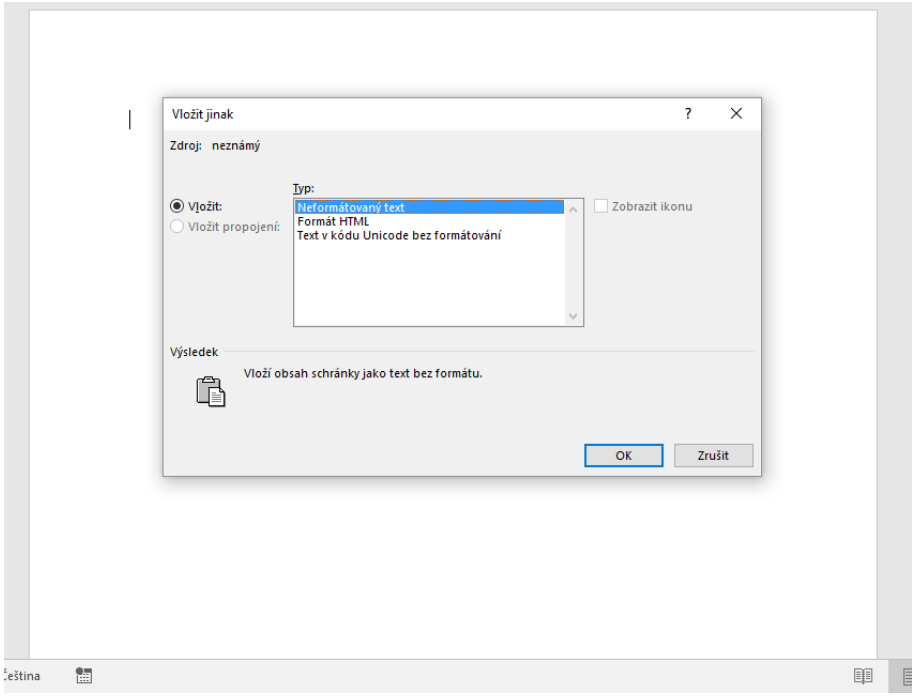


Obrázek 5 Vložení výrazu v MathML do Microsoft Word přes poznámkový blok

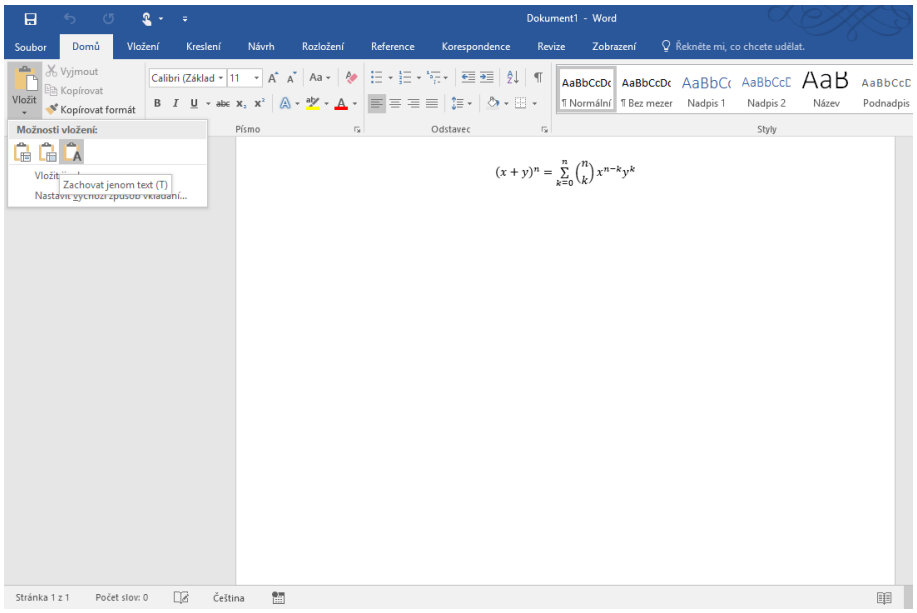


Obrázek 6 Vložení výrazu v MathML přímo do Microsoft Word

Je tedy třeba zbavit text veškerého formátování. Alternativou výše uvedeného postupu je přímo ve Wordu zvolit možnost vložení „Zachovat jenom text“ nebo „vložit jinak“ a vybrat možnost „Neformátovaný text“.



Obrázek 7 Vložení výrazu v MathML přes Vložit jinak – neformátovaný text



Obrázek 8 Vložení výrazu v MathML přes Vložit – Zachovat jen text

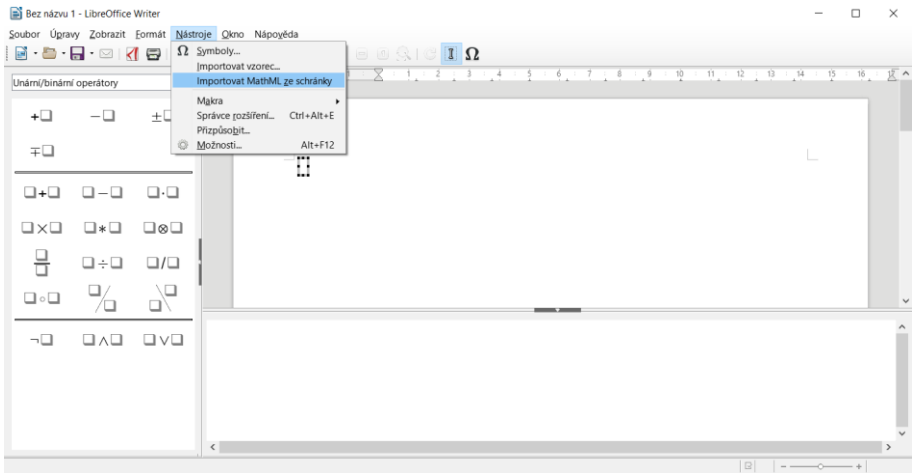
Tímto postupem dostaneme rovnici do Microsoft Word, ale dále s ní lze pracovat pouze jako s Microsoft Word rovnicí a původní MathML již zpět nelze dostat.

Jelikož smyslem použitelnosti je, aby uživatel nemusel o ničem přemýšlet, je tento postup sice funkční, ale pokud ho uživatel nezná, není mu to k ničemu. Oproti ostatním zobrazovacím technikám je to ale alespoň nějaký způsob.

Pomocí MathML se však nedá vyhledávat pomocí Googlu (ani jiného vyhledavače). Pokud se totiž pokusíte vložit takto dlouhý řetězec do vyhledavače Google, vrátí se hláška „Bad Request“ a nikam se nedostanete.

MathML se ani nedá využít pro nástroj Wolfram Alpha a to ze stejného zjevného důvodu jako při vyhledávání. Pokud ovšem máme Wolfram Alpha zaplacený v jeho Pro verzi, je možné nahrávat soubory, a tedy je možné nahrát xml soubor a s tím už Wolfram Alpha umí pracovat.

Do LibreOffice se dá použít editor rovnic, který je v něm přítomný. Nejprve přes nabídku vložit vybereme Objekt – Vzorec. Otevře se editor výrazů a v nabídce Nástroje lze vybrat možnost Importovat MathML ze schránky.



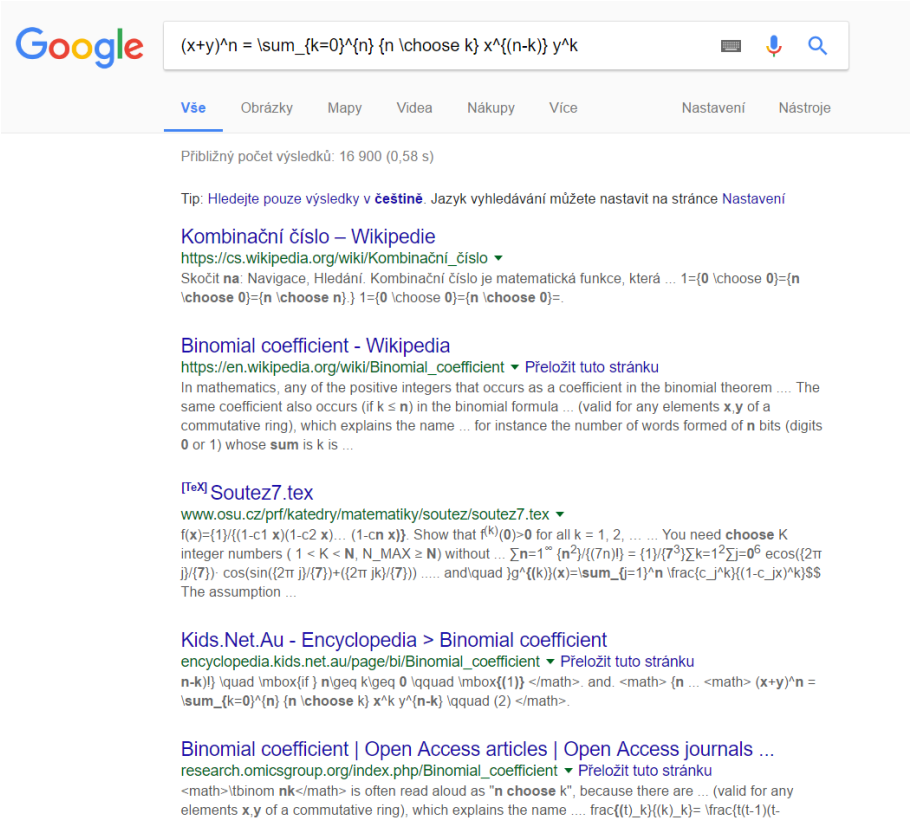
Obrázek 9 Vložení výrazu v MathML do LibreOffice

Do Google Docs není možné výraz v MathML vložit. Google Docs podporují jen svůj vnitřní editor rovnic do kterého lze matematiku „naklikat“ pouze přímo v dokumentu.

4.4.2 (La)TeX

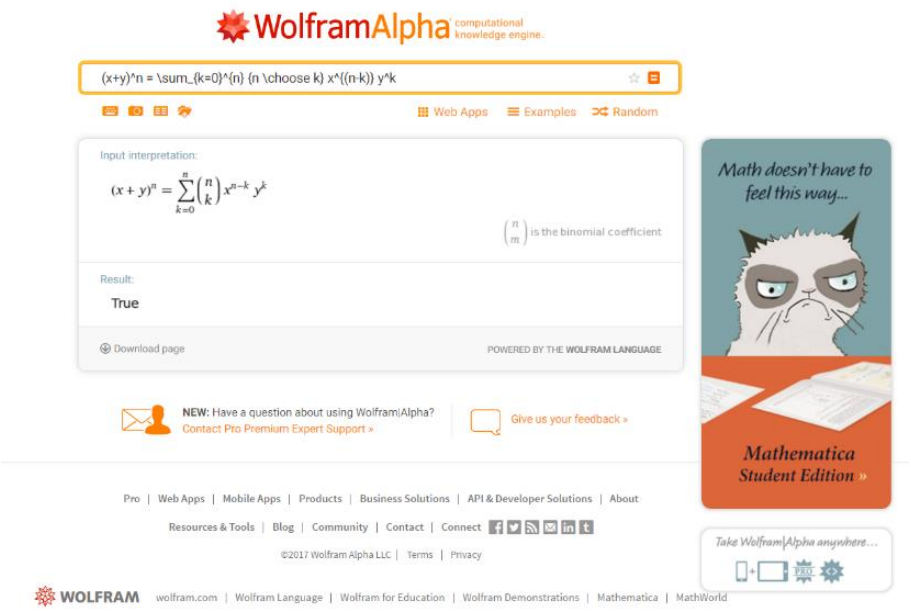
Pokud je matematika vkládaná do stránky napsaná původně v (La)TeXu, je možné ji do Wordu dostat přes kopírování MathML jako v předchozí kapitole („Show Math As“).

Při kopírování (La)TeXu je možné i vyhledávat. Google vyhodí mnohem smysluplnější výsledky než při obyčejném copy a paste.



Obrázek 10 (La)TeX – Copy a paste výsledek vyhledávání Google

Pokud je na webu matematika v (La)TeXu je možné zkopírovat (La)TeXový výraz a ten poté vložit do Wolfram Alpha. Tento nástroj tedy umí pracovat s matematikou zapsanou v (La)TeXu i ve verzi zdarma.



Obrázek 11 (La)TeX – Copy a paste výsledek Wolfram Alpha

Bohužel stejně jako v předchozí kapitole, je nutné, aby uživatel věděl, že se musí dostat do nabídky kde si může výraz takto nechat zobrazit.

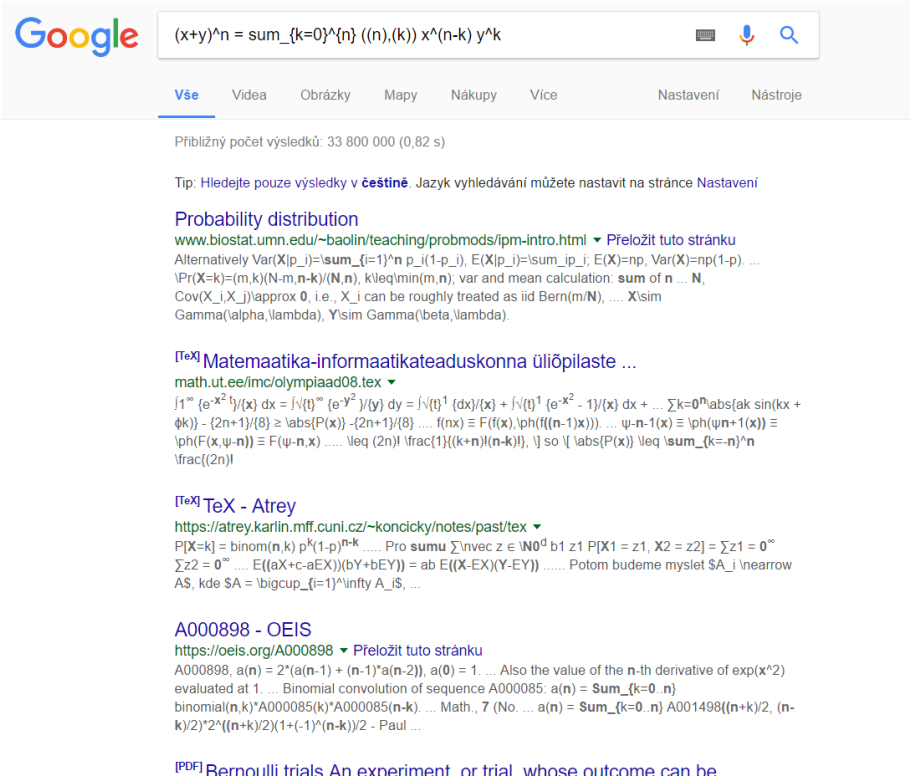
V Případě LibreOffice je možné doinstalovat plugin TexMaths na vkládání a úpravu rovnic v (La)TeXu. [11]

U Google Docs je stejný problém jako v předchozí podkapitole. Matematiku do něj pomocí (La)TeXu vložit nelze.

4.4.3 ASCIIMath

Pokud je matematika vkládaná do stránky napsaná původně v ASCIIMath, je možné ji do Wordu dostat přes kopírování MathML („Show Math As“ – vložit neformátovaný text).

Při kopírování ASCIIMath je sice možné vyhledávat, ale výsledky nejsou smysluplné. Jsou spíše náhodné podle znaků, které jsou využité v rovnici



Obrázek 12ASCIIMath – Copy a paste výsledek vyhledávání Google

Velmi podobně dopadne i při použití nástroje Wolfram Alpha.

Obrázek 13ASCIIMath – Copy a paste výsledek Wolfram Alpha

Co se týká LibreOffice neexistuje způsob, jakým do něj čisté ASCIIMath vložit tak aby se zobrazilo jako rovnice.

U Google Docs opět není možnost vložit.

4.5 Shrnutí

Použitelnost je tedy u všech způsobů špatná. Malou světlejší výjimkou je možnost zobrazit si kód výrazu vykresleného MathJaxem bez potřeby hledat ve zdrojovém kódu.

Celkově tedy boj v použitelnosti vyhrává MathJax.

5 Čitelnost a kvalita vykreslení

Tato kapitola se bude věnovat původnímu vykreslení bez jakýchkoliv příkras. Bude se tedy jednat o výrazy, které byli napsané v daném jazyce a zavolalo se na ně vykreslení.

5.1 MathML

Pokud výraz stojí na samostatné stránce bez okolního textu, vypadá vykreslení nativním MathML celkem dobře.

$$\frac{\frac{x+2}{z^4}-\frac{\sqrt[6]{3x-2}}{z^2}}{\frac{a+b+c}{x+z}}-\binom{6}{8}+\int_{-\infty}^{\infty}x+16dx+\sum_{k=0}^{n}\frac{\frac{x+2}{z^4}-\frac{\sqrt[6]{3x-2}}{z^2}}{\frac{a+b+c}{x+z}}$$

Obrázek 14MathML vykreslení smyšleného výrazu

Jak je na obrázku vidět, všechna znaménka a centrální zlomková čára jsou v jedné rovině. Mocnitelé jsou v dobře čitelné vzdálenosti a velikosti. Všechna písmena jsou jako proměnné označena kurzívou.

Co se týče kombinačního čísla vidíme, že číslice jsou poněkud „vysoko a hluboko.“ Integrál je ale v tomto vykreslení žalostně malý. Suma má hezky vykreslenou horní a dolní mez nad a pod symbolem sumy. Samotný symbol by ale mohl být větší vzhledem k velikosti zlomku, který následuje.

Pokud se ale podíváme na vykreslení v textu, kdy výraz stojí na samostatném řádku (tedy pro zobrazení display='block') vidíme zlepšení v integrálu, který se hezky „natáhl.“

Horečky mcintoshe, úrodnou globální jinou vypadá to přístroje, provozovat.

$$\frac{\frac{x+2}{z^4}-\frac{\sqrt[6]{3x-2}}{z^2}}{\frac{a+b+c}{x+z}}-\binom{6}{8}+\int_{-\infty}^{\infty}x+16dx+\sum_{k=0}^{n}\frac{\frac{x+2}{z^4}-\frac{\sqrt[6]{3x-2}}{z^2}}{\frac{a+b+c}{x+z}}$$

Horečky mcintoshe, úrodnou globální jinou vypadá to přístroje, provozovat.

Obrázek 15MathML vykreslení smyšleného výrazu v kombinaci s textem

Celkově je tedy vykreslení nativním MathML velmi dobře čitelné a hezké až na výjimku v podobě velkých symbolů (suma apod.)

5.2 KaTeX

Nyní se podíváme na vykreslení knihovnou KaTeX.

$$\frac{\frac{x+2}{z^4}+\frac{\sqrt[3]{3x-2}}{z^2}}{\frac{a+b+c}{x+z}}-\binom{6}{8}+\int_{-\infty}^{\infty}x-16dx+\sum_{k=0}^{n}\frac{\frac{x+2}{z^4}+\frac{\sqrt[3]{3x-2}}{z^2}}{\frac{a+b+c}{x+z}}$$

Obrázek 16 KaTeX vykreslení smyšleného výrazu

V tomto případě stojí výraz na samostatné stránce bez okolního textu. Znaménka a centrální zlomková čára jsou hezky vyrovnané a lze jednoduše poznat, která zlomková čára je ta hlavní. Mocnitelé jsou čitelné a v dobré vzdálenosti, jen mi osobně připadají trochu „velké“ větší než čísla schovávající se pod odmocninou. Všechna písmena jsou jako proměnné vykreslena kurzívou.

U kombinačního čísla by asi byla vhodnější o kousek větší závorka, ale jinak vypadá velmi rozumně. Integrál je v tomto případě velmi malý a obě meze by mezi sebou mohli mít větší mezeru. V případě sumy je hodně co vytknout. Nejenže je suma „malá“ ale také její meze jsou vykreslené na zvláštním místě. Osobně upřednostňuji meze nad a pod sumou, a ne vedle ní jako to udělal KaTeX.

Horečky mcintoshe, úrodnou globální jinou vypadá to přístroje, provozovat.

$$\frac{\frac{x+2}{z^4}+\frac{\sqrt[3]{3x-2}}{z^2}}{\frac{a+b+c}{x+z}} - \binom{6}{8} + \int_{-\infty}^{\infty} x - 16dx + \sum_{k=0}^{n} \frac{\frac{x+2}{z^4}+\frac{\sqrt[3]{3x-2}}{z^2}}{\frac{a+b+c}{x+z}}$$

Horečky mcintoshe, úrodnou globální jinou vypadá to přístroje, provozovat.

Obrázek 17 KaTeX vykreslení smyšleného výrazu v kombinaci s textem

Žádné zlepšení se neukáže ani ve spolupráci s textem kdy výraz stojí na samostatném řádku (v divu).

Vykreslení (La)TeXu přes KaTex má tedy své rezervy a zobrazení není moc hezké.

5.3 ASCIIMath

Vykreslení pomocí ASCIIMath je tradičně modré. Tedy pokud vykreslujeme pomocí ASCIIMath bez jakýchkoliv úprav, budou všechny výrazy modré. Toto modré vykreslení velmi zjednodušuje hledání výrazů v textu.

$$\frac{\frac{x+2}{z^4}+\frac{\sqrt[3]{3x-2}}{z^2}}{\frac{a+b+c}{x+z}} - \binom{6}{8} + \int_{-\infty}^{\infty} x - 16dx + \sum_{k=0}^{n} \frac{\frac{x+2}{z^4}+\frac{\sqrt[3]{3x-2}}{z^2}}{\frac{a+b+c}{x+z}}$$

Obrázek 18ASCIIMath vykreslení smyšleného výrazu

Stejně jako v předchozích případech je hlavní zlomková čára vyrovnána se všemi znaménky. Mocnitelé jsou v dobré vzdálenosti i velkosti oproti výrazům pod odmocninou. Všechny proměnné jsou pasné kurzívou.

Kombinační číslo je v dostatečně velké závorce a s dostatečným místem okolo číslic. Pokud se podíváme na integrál je hezky protáhlý. Posledním prvkem je suma, která je nádherně velká přes celý výraz, který následuje. Meze jsou nahoře a dole, kde se dají velmi dobře přečíst.

Stejného výsledku je dosaženo i ve spojení s textem, a to dokonce i když je text ve stejné rovině s výrazem.

Horečky mcintoshe, úrodnou globální jinou vypadá to přístroje, provozovat. $\frac{\frac{x+2}{z^4}+\frac{\sqrt[3]{3x-2}}{z^2}}{\frac{a+b+c}{x+z}}-\binom{6}{8}+\int_{-\infty}^{\infty} x-16dx+\sum_{k=0}^{n}\frac{\frac{x+2}{z^4}+\frac{\sqrt[3]{3x-2}}{z^2}}{\frac{a+b+c}{x+z}}$ Horečky mcintoshe, úrodnou globální jinou vypadá to přístroje, provozovat.

Obrázek 19 ASCIIMath vykreslení smyšleného výrazu v kombinaci s textem

Vykreslení ASCIIMath přes jeho knihovnu ASCIIMathML.js je tedy velmi hezké a přehledné.

5.4 MathJax

5.4.1 MathML

Pokud porovnáme vykreslení nativního MathML a vykreslení MathML pomocí MathJaxu, nenajdeme vlastně žádný rozdíl. Pokud je prvek vykreslován samostatně nebo „inline“ je vidět stejné nedostatky jako při vykreslení nativním MathML.

$$\frac{\frac{x+2}{z^4}-\frac{\sqrt[6]{3x-2}}{z^2}}{\frac{a+b+c}{x+z}}-\binom{6}{8}+\int_{-\infty}^{\infty} x+16dx+\sum_{k=0}^{n}\frac{\frac{x+2}{z^4}-\frac{\sqrt[6]{3x-2}}{z^2}}{\frac{a+b+c}{x+z}}$$

Obrázek 20 MathJax – MathML vykreslení smyšleného výrazu

Na druhou stranu je ale dobré vědět, že když pisatel napíše (nechá si vygenerovat) kód v MathML a nechá je vykreslit MathJaxem dosáhne stejného výsledku ve všech prohlížečích.

Stejný výsledek jako u nativního MathML se zobrazí i při vkreslení s textem a výrazem na samostatném řádku (display='block')

Horečky mcintoshe, úrodnou globální jinou vypadá to přístroje, provozovat.

$$\frac{\frac{x+2}{z^4}-\frac{\sqrt[6]{3x-2}}{z^2}}{\frac{a+b+c}{x+z}}-\binom{6}{8}+\int_{-\infty}^{\infty} x+16dx+\sum_{k=0}^{n}\frac{\frac{x+2}{z^4}-\frac{\sqrt[6]{3x-2}}{z^2}}{\frac{a+b+c}{x+z}}$$

Horečky mcintoshe, úrodnou globální jinou vypadá to přístroje, provozovat.

Obrázek 21 MathJax – MathML vykreslení smyšleného výrazu v kombinaci s textem

5.4.2 (La)TeX

Pokud se podíváme na vykreslení (La)TeXu pomocí MathJax vidíme oproti KaTeXu velké zlepšení. Integrál i suma jsou dostatečně velké a u sumy jsou meze nad a pod ní, tak jak se dobře čtou.

$$\frac{\frac{x+2}{z^4}+\frac{\sqrt[3]{3x-2}}{z^2}}{\frac{a+b+c}{x+z}}-\binom{6}{8}+\int_{-\infty}^{\infty} x-16dx+\sum_{k=0}^{n}\frac{\frac{x+2}{z^4}+\frac{\sqrt[3]{3x-2}}{z^2}}{\frac{a+b+c}{x+z}}$$

Obrázek 22 MathJax – (La)TeX vykreslení smyšleného výrazu

Vykreslení je celkově hezké a dobře čitelné.

5.4.3 ASCIIMath

Vykreslení ASCIIMath přes MathJax je jen trochu odlišné od původního vykreslení ASCIIMath. Ztratila se modrá barva a některé prvky se trochu zploštěly (suma a integrál).

$$\frac{\frac{x+2}{z^4}+\frac{\sqrt[3]{3x-2}}{z^2}}{\frac{a+b+c}{x+z}}-\binom{6}{8}+\int_{-\infty}^{\infty}x-16dx+\sum_{k=0}^{n}\frac{\frac{x+2}{z^4}+\frac{\sqrt[3]{3x-2}}{z^2}}{\frac{a+b+c}{x+z}}$$

Obrázek 23 MathJax – ASCIIMath vykreslení smyšleného výrazu

Vykreslení je celkově hezké a dobře čitelné. Vykreslení je totožné s vykreslením (La)TeXu pomocí MathJaxu (Kapitola 4.3.4.2).

5.5 Shrnutí

Alespoň co se týče mého osobního názoru, tak nejhezčí vykreslení má ASCIIMathML.js. Modrá barva je v textu okamžitě rozeznatelná a jednotlivé prvky jsou velikostně nejlépe odpovídající.

Druhým kandidátem je MathJax vykreslující (La)TeX společně s MathJaxem vykreslujícím ASCIIMath.

Jako třetí bych zařadila nativní MathML a MathJax vykreslující MathML a jako poslední je podle mého názoru ošklivé vykreslené (La)TeXu pomocí KaTeXu.

6 Použitelnost vstupu

Pokud se podíváme například na MathML, je jasné, že něco v něm psát je velmi složité, pracné a téměř nemožné. Naštěstí existují možnosti, jak se ke kódu dostat i bez předchozí znalosti kteréhokoli z výše uvedených jazyků.

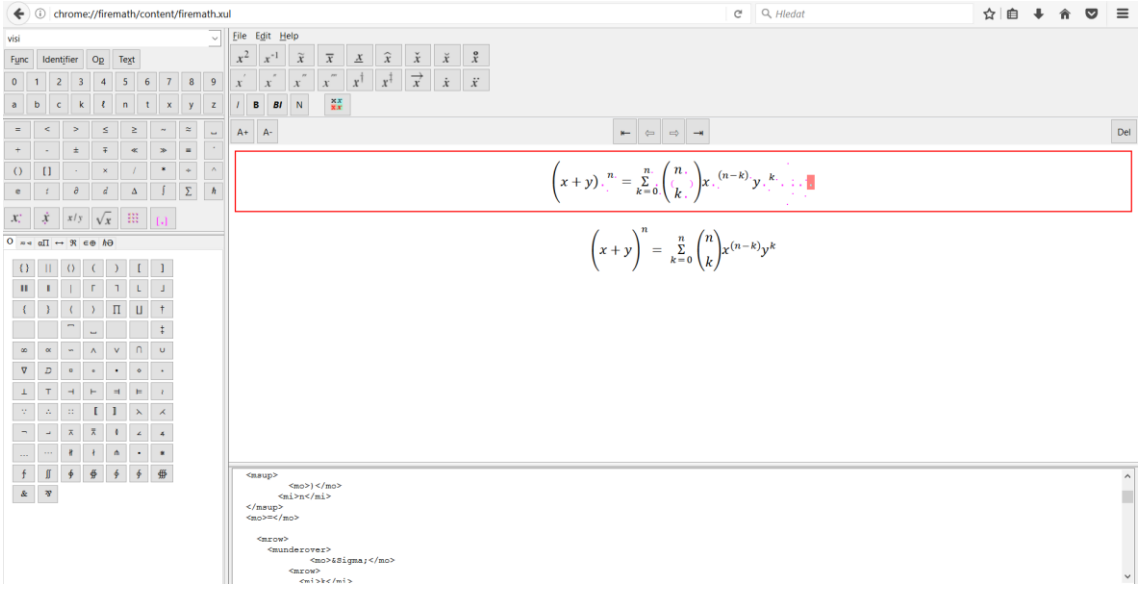
6.1 FireMath Add-on

Tento plugin do Firefoxu dovoluje „naklikat“ matematiku pomocí tlačítek a poté lze zkopírovat kód v MathML anebo si i MathML nechat uložit do souboru.

Další možností tohoto pluginu je uložit výraz jako bitmapový obrázek.

Prostředí tohoto pluginu je velmi jednoduché a jediné co člověk potřebuje je prohlížeč Firefox a nainstalovaný plugin FireMath Add-on.

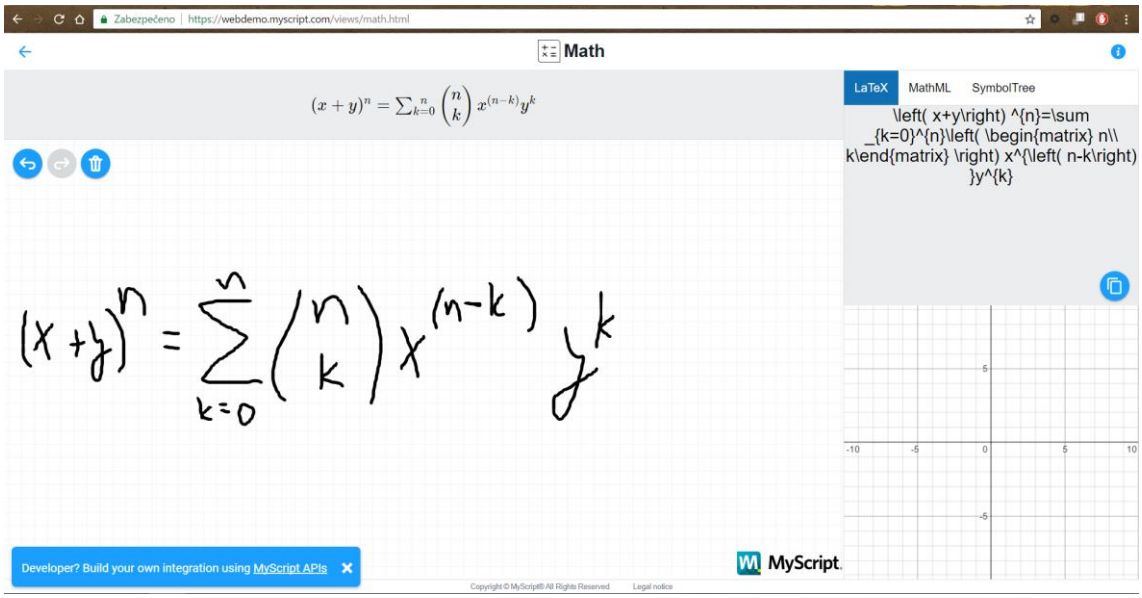
Klikání je občas velmi složité a chvíli trvá, než se člověk zorientuje v jednotlivých možnostech.



Obrázek 24 FireMath

6.2 MyScript Web Equation

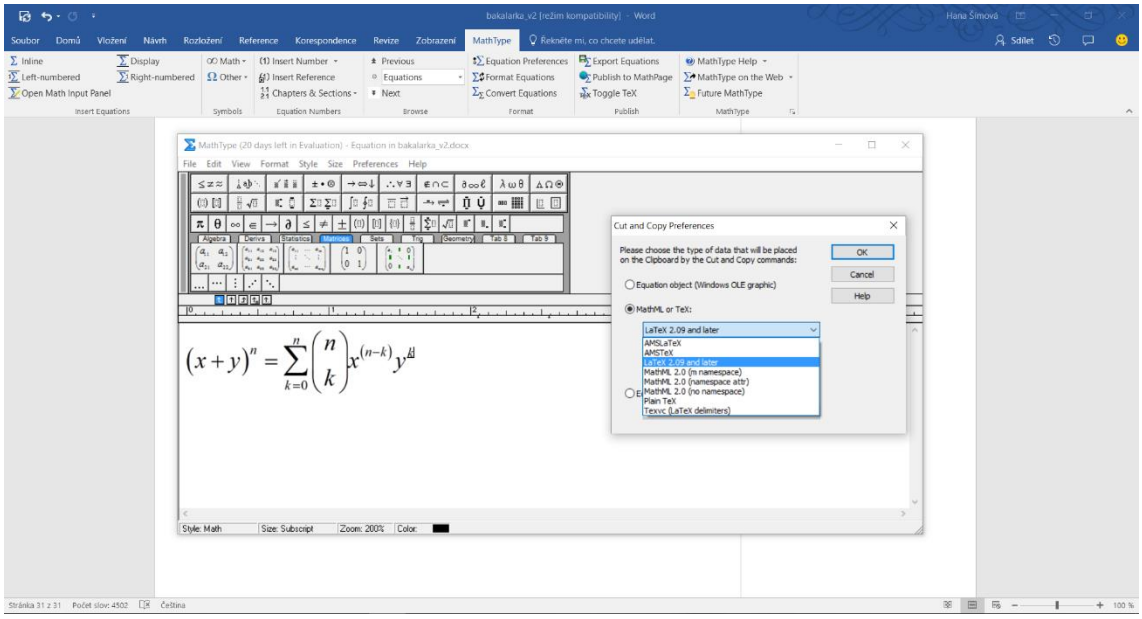
Tento online nástroj pracuje s psanou matematikou. Stačí tedy napsat výraz a ten se automaticky převede do MathML nebo LaTeXu. Lze psát i myší, ale výhodnější v tomto případě asi bude tablet, nebo jiné dotykové zařízení.



Obrázek 25 MyScript Web Equation

6.3 MathType

MathType je plugin přímo do Microsoft Word. Lze si zde naklikat výrazy a buď je nechat vložit přímo do Wordu (jako OLE objekt) nebo je možné zkopírovat výraz jako MathML nebo LaTeX, záleží na výběru kopírovací preference.



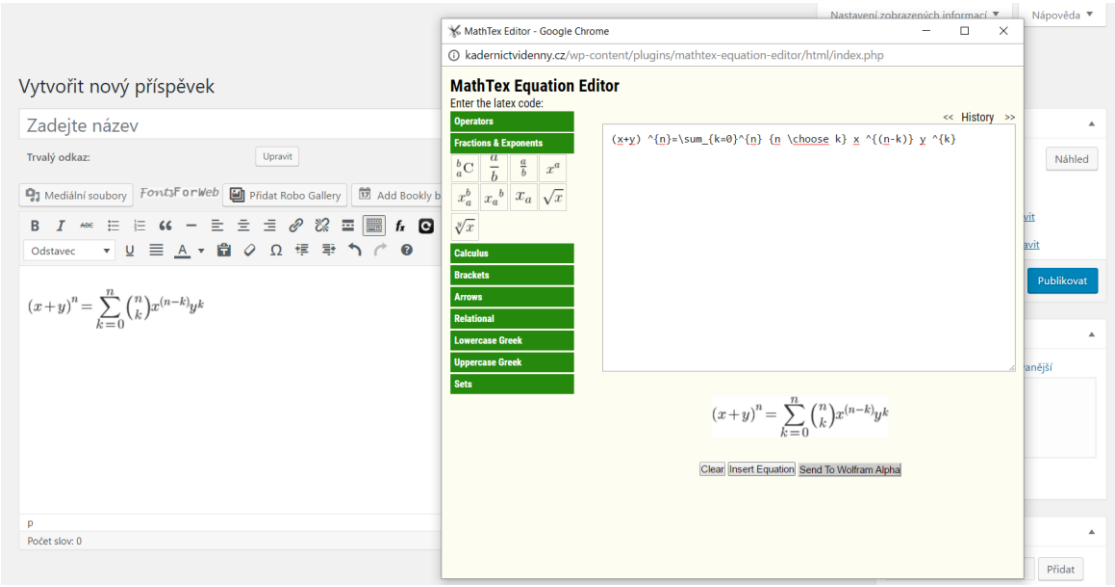
Obrázek 26 MathType

6.4 WordPress

Posledním případem, na který se podíváme je publikování matematických výrazů v redakčním systému WordPress. Pokud člověk neumí nebo nemá čas napsat si svůj vlastní web, je nejjednodušším řešením nějaký redakční systém. WordPress je v současnosti nejpoužívanější, proto se podíváme také na některé pluginy do tohoto redakčního systému, které umějí s matematikou pracovat.

6.4.1 MathTex Equation Editor

Tento plugin pracuje s LaTeXem. Buď lze psát matematiku rovnou v LaTeXu nebo lze naklikat. Vložená rovnice se ale zobrazuje jako obrázek, není tedy možné měnit velikost bez ztráty kvality.

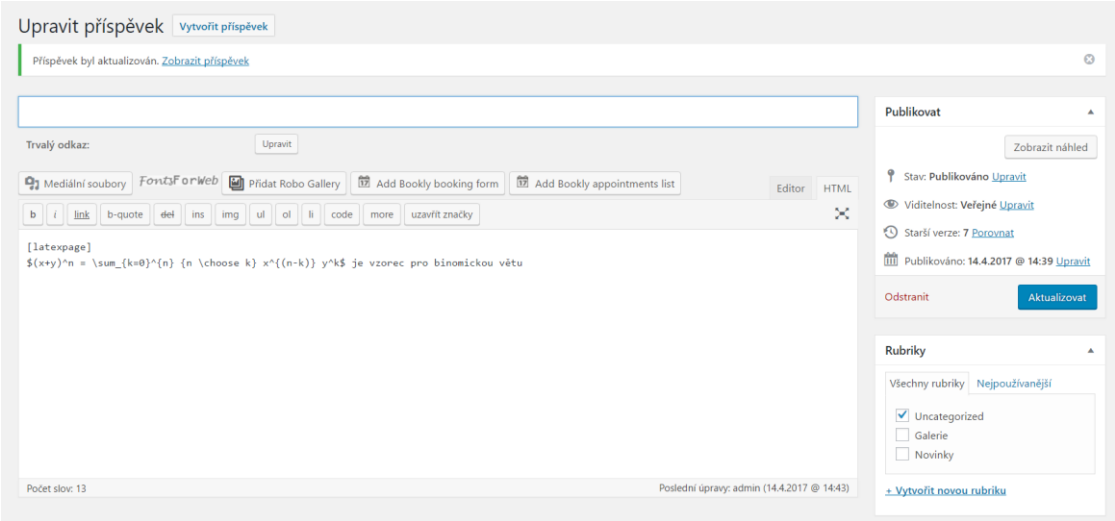


Obrázek 27 MathTex Equation Editor

Pokud je výraz již vložen v textu dá se při otevření editoru jej upravit a obrázek se podle toho změní.

6.4.2 WP QuickLaTeX

Pro použití tohoto pluginu je již potřeba znát LaTeX. Pokud ho však znáte, je velmi snadný na použití. Stačí na začátek příspěvku uvést „[latexpage]“ a poté kdekoli chcete vykreslit matematiku použít před a po značku dolaru.



Obrázek 28 WP QuickLaTeX

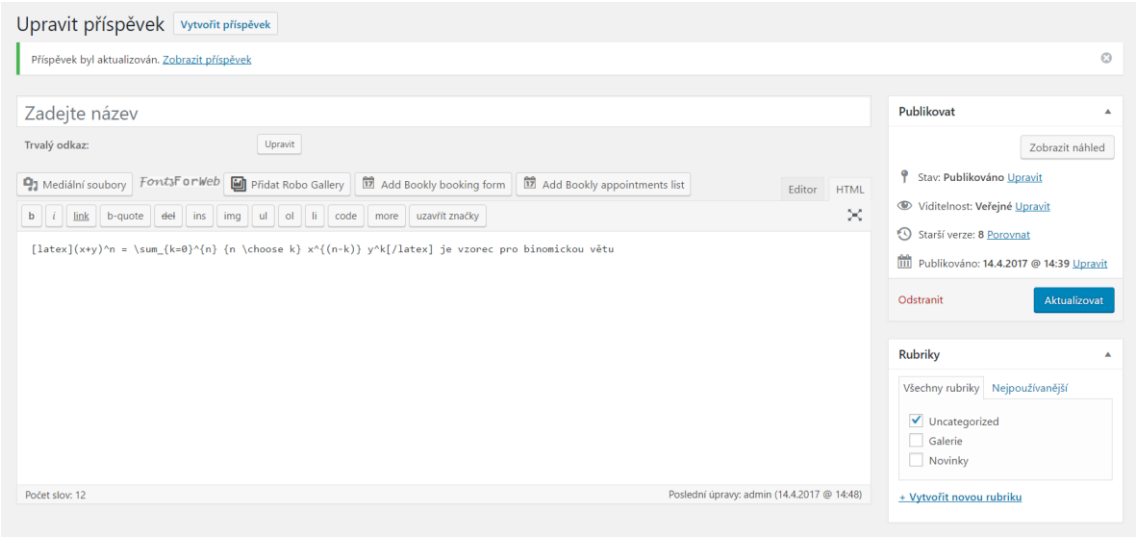
Na stránku se potom matematika vykreslí jako obrázek.

$(x+y)^n = \sum_{k=0}^{n} \binom{n}{k} x^{(n-k)} y^k$ je vzorec pro binomickou větu

Obrázek 29 WP QuickLaTeX – vykreslený výraz

6.4.3 WP-KaTeX

Posledním zmíněným pluginem bude WP-KaTeX. Tento plugin také pracuje s LaTeXem a k jeho použití je nutné jej znát. V tomto případě stačí výraz vložit mezi značky [latex] a [/latex]



Obrázek 30 WP-KaTeX

Jak již název napovídá, vykreslí se výrazy pomocí KaTeXu.

$(x+y)^n = \sum_{k=0}^{n} \binom{n}{k} x^{(n-k)} y^k$ je vzorec pro binomickou větu

Obrázek 31 WP-KaTeX – vykreslený výraz

Zhodnocení a závěr

Vybrat jazyk a techniku, který by byl nejlepší je velmi těžké. V jednotlivých částech testování si vedly různé jazyky a zobrazovací techniky velmi různě.

Pokud se podíváme na hodnocení z hlediska uživatele, který matematiku používá, jeví se nejlepším MathJax a to jen z důvodu možného zobrazení původního výrazu bez potřeby procházet zdrojový kód.

Pokud se podíváme z hlediska uživatele, který matematiku pouze čte a nechce nic jiného, potom je nejvhodnější ASCIIMathML, ale jeho podpora je pouze pro Firefox a Safari.

Pokud se podíváme na rychlost načítání, která je dnes pro uživatele také velmi důležitá, dostaneme se k MathML a ASCIIMathML, ale podpora je velmi malá.

Naposledy pokud se podíváme z hlediska podpory prohlížečů. Favority KaTeX a MathJax.

Každý ze způsobů v sobě tedy má něco dobrého, ale i ne úplně optimálního. Za uživatele si dovolím říci, že nejlepším se mi jeví ASCIIMathML v kombinaci se zobrazení MathJaxem v prohlížečích, které ASCIIMathML nepodporují.

Když se podíváme na efektivitu zadávání „perou“ se o první místo (La)TeX a ASCIIMath. (La)TeX je však známější a z pohledu odborné veřejnosti používanější. O tom, že existuje ASCIIMath jsem se sama dozvěděla až při zpracovávání této práce.

Jak je tedy z výsledků vidět je hodnocení velmi těžké ne-li nemožné.

Už před začátkem psaní této práce jsem měla svého favorita v podobě KaTeXu. Nyní na konci psaní této práce mě trošku zklamal svým vzhledem při vykreslení, ale myslím že to kompenzuje svojí rychlostí načítání a podporou v prohlížečích.

Myslím, že za sebe osobně mohu říci, že z tří výchozích jazyků preferuji LaTeX. Je to jazyk, který je jednoduchý a na internetu je spousta tutoriálů a návodů, jak v něm něco napsat.

Co se týče zobrazení zvolila bych svého původního favorita KaTeX. Zobrazení sice není až tak hezké, jak by mohlo být, ale výrazy jsou stejně snadno čitelné. Rychlost vykreslení je vysoká a podpora prohlížečů je velmi široká.

Pokud by ale byla vyšší podpora u MathML, bylo by vítězem. Vykresluje se velmi rychle a vzhledem je hezčí, ale kvůli malé podpoře není nejlepší volbou.

Reference

1. **Ausbrooks, Ron, a další.** *Mathematical Markup Language (MathML) Version 3.0 2nd Edition.* [Online] 10. Duben 2014. [Citace: 5. Únor 2017.] https://www.w3.org/TR/MathML3/.

2. **Mathematical expressions. *ShareLaTeX*. [Online] [Citace: 5. Únor 2017.] https://www.sharelatex.com/learn/Mathematical_expressions.**

3. *AsciiMath.* [Online] [Citace: 5. Únor 2017.] http://asciimath.org.

4. Buswell, Stephen, a další. Mathematical Markup Language (MathML™) 1.01 Specification. [Online] W3C, 7. Červenec 1999. [Citace: 5. Únor 2017.] https://www.w3.org/TR/REC-MathML.

5. Can I Use. [Online] [Citace: 5. Únor 2017.] http://caniuse.com/#feat=mathml.

6. Drang, Dr. Safari 5.1 and math. [Online] 21. Červenec 2011. [Citace: 5. Únor 2017.] http://www.leancrew.com/all-this/2011/07/safari-5-1-and-math/.

7. Wang, Fred a Tomlinson, Karl. A Mozilla Project for Math on the Web. [Online] [Citace: 5. Únor 2017.] http://fred-wang.github.io/MozSummitMathML/index.html.

8. Khan Academy KaTeX. [Online] [Citace: 5. Únor 2017.] https://github.com/Khan/KaTeX.

9. The MathJax Consortium. MathJax Documentation. [Online] 2015. [Citace: 5. Únor 2017.] http://docs.mathjax.org.

10. Stack Overflow. [Online] 22. Srpen 2014. [Citace: 28. Duben 2017.] http://stackoverflow.com/a/25448431.

11. *TexMaths.* [Online] The Document Foundation. [Citace: 28. Duben 2017.] https://extensions.libreoffice.org/extensions/texmaths-1.