 

SOFTWAROVÉ TECHNOLOGIE PRO ZPŘÍSTUPNĚNÍ MATEMATIKY

A

 ODBORNÉ SYMBOLIKY PŘÍRODNÍCH VĚD PRO STUDENTY SE ZRAKOVÝM POSTIŽENÍM



**Mgr. Lukáš Másilko,**

**Mgr. Jaromír Tichý**

**Praha 2018**

 

Softwarové technologie pro zpřístupnění matematiky a odborné symboliky přírodních věd pro studenty se zrakovým postižením

Mgr. Lukáš Másilko,

Mgr. Jaromír Tichý

**Metodická příručka je realizována díky projektu za pomoci Nadačního fondu Českého rozhlasu ze sbírky Světluška.**



© 2018, SONS ČR, z. s.

**Obsah**

[Úvod 4](#_Toc516047131)

[1. Proč zpřístupnit matematické výrazy na počítači 5](#_Toc516047132)

[2. Smyslové vnímání matematických vzorců 7](#_Toc516047133)

[3. Zápis matematických výrazů v Braillově písmu 8](#_Toc516047134)

[4. Přehled nástrojů pro čtení a zápis matematiky 8](#_Toc516047135)

[4.1. Pichtův psací stroj 8](#_Toc516047136)

[4.2. BlinMoose 9](#_Toc516047137)

[4.3. Lambda 10](#_Toc516047138)

[4.4. TeX a LaTeX 13](#_Toc516047139)

[4.5. Chatty Infty 13](#_Toc516047140)

[4.6. MathType 14](#_Toc516047141)

[4.7. MathPlayer 15](#_Toc516047142)

[4.8. Editor rovnic 15](#_Toc516047143)

[4.9. Další aplikace 16](#_Toc516047144)

[5. Tisk matematických výrazů na braillské tiskárně 16](#_Toc516047145)

[6. Alternativní operační systémy 16](#_Toc516047146)

[7. Význam individuální výuky matematiky na vysokých školách 17](#_Toc516047147)

[8. Postup při digitalizaci studijních materiálů z matematiky 18](#_Toc516047148)

[9. Další zajímavé informace 19](#_Toc516047149)

[9.1. TeXovské konvertory 19](#_Toc516047150)

[9.2. Blind Friendly LaTeX 20](#_Toc516047151)

[9.3. Aret 20](#_Toc516047152)

[9.4. Export matematických dokumentů do podoby webové stránky 20](#_Toc516047153)

[9.5.Braillchem 20](#_Toc516047154)

[9.6.MathML 21](#_Toc516047155)

[10.Literatura 23](#_Toc516047156)

## Úvod

Vítejte na stránkách příručky Softwarové technologie pro zpřístupnění matematiky a odborné symboliky přírodních věd pro studenty se zrakovým postižením.

Tato příručka je primárně určena středoškolským a vysokoškolským studentům matematických, přírodovědných a technických oborů. Seznámí Vás se základy softwarových technologií pro zpřístupnění matematiky z hlediska zrakově postiženého uživatele.

Za spolupráci při tvorbě této příručky patří dík Michalu Jelínkovi a Mgr. Simoně Bárové z Tyflokabinetu. Michal Jelínek přispěl odbornými připomínkami k obsahu materiálu a
Mgr. Simona Bárová provedla jazykovou korekturu a též zpracovala příručku po grafické stránce.

# 1. Proč zpřístupnit matematické výrazy na počítači

V současné době existují velmi pokročilé počítačové programy, které umožňují uživatelům se zrakovým postižením zpřístupnit grafické prostředí operačního systému. Tyto programy také umožňují pracovat s elektronickou poštou, přečíst informace z internetu, zpřístupnit menu a dialogová okna různých aplikací. Nevidomí uživatelé počítačů využívají screen-reader (odečítač obrazovky), který převádí informace textového charakteru do zvukové podoby a do Braillova písma s využitím braillského řádku. Slabozrací většinou využívají softwarovou lupu s hlasovou podporou, která kombinuje čtení informací na monitoru počítače s jejich zvětšováním. Softwarové lupy jsou také vybaveny funkcemi, které umožňují zvýraznění textového kurzoru, nastavení speciálního rozvržení barev či zvýraznění aktuální položky. Odečítače i softwarové lupy s hlasovou podporou se někdy nazývají hlasový výstup.

Součástí počítačů a notebooků s hlasovým výstupem jsou také OCR programy, které umožňují převod skenovaných dokumentů na upravitelný text. Slabozrací i nevidomí uživatelé si jej poté mohou nechat přečíst či si jej upravit podle své potřeby.

Odečítače a softwarové lupy s hlasovou podporou nemají funkce, které by zpřístupnily matematické výrazy nebo odbornou symboliku z přírodních věd. S jejich pomocí není možné přečíst matematické výrazy, chemické vzorce a další zápisy využívající speciální symboliku. Běžně rozšířené OCR programy nemají funkce, které by umožnily rozpoznat matematický text. Matematické výrazy jsou na internetu většinou v podobě, kvůli které jsou pro nevidomé a těžce slabozraké zcela nepřístupné.

Žáci a studenti se zrakovým postižením studují matematiku na základní a ve většině případů také na střední škole. Nevidomí využívají k zápisu matematických výrazů Pichtův psací stroj. Slabozrací si zapisují matematiku na papír. Využívají k tomu psací potřeby, které zanechávají na papíru více zřetelnou stopu.

S počítačem, který je vybavený speciálním softwarem, se nevidomí a slabozrací setkají většinou na druhém stupni základní školy. V některých případech se tuto pomůcku naučí ovládat až na střední škole. Počítač s odečítačem obrazovky poté využívají při studiu humanitních předmětů. Při hodinách matematiky, chemie a fyziky je stále využíván Pichtův psací stroj nebo fix a papír. Studium technických oborů a přírodních věd si zvolí jen málo studentů s těžkým stupněm zrakového handicapu. V současné době není mezi lidmi se zrakovým postižením rozšířené žádné povolání, které by vyžadovalo práci s matematickými výrazy či chemickými vzorci. Je proto důležité položit si otázku, zda má smysl vývoj speciálního softwaru, který by umožnil zpřístupnit matematické dokumenty uživatelům se zrakovým handicapem.

V následujících odstavcích jsou uvedeny důvody, kvůli kterým střediska při vysokých školách vyvíjejí speciální aplikace, které zpřístupňují studentům se zrakovým postižením matematiku. Tyto důvody předkládáme čtenářům k posouzení.

**a) Speciální software pro zpřístupnění matematiky je mnohdy nezbytnou pomůckou pro studium na vysoké škole.**

Nevidomý nebo těžce zrakově postižený student, který studuje na vysoké škole, konzultuje matematiku s přednášejícími či se spolužáky. I když je Pichtův psací stroj užitečnou pomůckou na střední škole, nemůže být efektivně využíván při studiu na vysoké škole, neboť mnozí lidé v okolí nevidomého studenta neznají matematický zápis v Braillově písmu. Nevidomí studenti proto potřebují software, který by při výuce matematiky fungoval jako „komunikační prostředek“. Speciální matematický software by měl zobrazovat na monitoru, jakým způsobem nevidomý upravuje matematické výrazy, aby mohl vyučující sledovat práci studenta se zrakovým handicapem.

V úvodu příručky jsme napsali, že v současné době je jen velmi málo studentů s těžkým zrakovým postižením, kteří studují technické obory, matematiku nebo přírodní vědy. S matematikou se ale mohou setkat i studenti, kteří studují humanitně zaměřené obory. Mnozí studenti psychologie či pedagogiky musí skládat zkoušku ze statistiky, na některých filozofických fakultách vyučují výrokovou a predikátovou logiku apod. S matematikou se na vysoké škole proto setkají i mnozí studenti se zrakovým handicapem.

**b) Speciální software, který umožňuje zpřístupnit nevidomým matematické výrazy, může vyřešit problém rozdílných braillských norem.**

Jednotlivé národní normy pro zápis matematiky v Braillově písmu jsou v různých státech odlišné. I když některé z nich překročily lokální působnost, není zápis matematických výrazů v Braillově písmu celosvětově standardizován. V České republice se používá kodifikace braillského šestibodového zápisu matematických, fyzikálních a chemických textů (dále jen Česká národní norma pro braillský zápis v šestibodu), která je popsána v Příručce pro přepis textů do bodového písma publikované v roce 1996. Kvůli odlišnosti jednotlivých braillských norem nemůže tak český nevidomý student přečíst zápis v Braillově písmu, který vytvořil nevidomý student v Německu nebo v Anglii. Speciální software pro zpřístupnění matematických výrazů by tento problém mohl vyřešit. (1)

**c) Speciální software, který umožňuje předčítat matematické výrazy a zároveň je zobrazovat v klasické 2d podobě, by mohl pomoci studentům se specifickými poruchami učení.**

Někteří studenti se specifickými poruchami učení mají problémy se čtením matematických výrazů. I když mohou být schopni řešit náročné matematické úlohy, je pro ně obtížné složitějším matematickým výrazům plně a korektně porozumět. Software, který by umožnil čtení matematických výrazů pomocí počítačového hlasu, by této skupině studentů mohl pomoci. Možnosti pomoci studentům se specifickými poruchami učení s využitím speciálního matematického softwaru by ale musel ověřit pedagogický výzkum.

**d) Speciální software pro zpřístupnění matematiky může pomoci některým těžce slabozrakým studentům.**

Někteří studenti mohou svůj zrak využívat ve velmi omezené míře. Pracují-li s textem na počítači, využívají při čtení jak svůj zrak, tak i sluch, když si informace nechávají přečíst pomocí odečítače obrazovky. Podobný přístup nemohou praktikovat v případě produkce matematického výpočtu na papíře. Používají psací potřeby s výraznou stopou, k zápisu výpočtu potřebují mnohem více prostoru a obtížně se v něm orientují. Problémy s čitelností jejich zápisu a výpočtů pak mívají i jejich učitelé. Takovým studentům by mohla pomoci speciální aplikace, která by zobrazovala matematické výrazy ve zvětšené podobě a zároveň nabídla funkce umožňující jejich zápis a čtení pomocí počítačového hlasu.

**e) Řešení složité situace nevidomých studentů, kteří jsou integrováni do školy běžného typu.**

V této příručce nehodláme polemizovat o výhodách či nevýhodách společného vzdělávání. Pouze se pokusíme popsat problém, který souvisí se studiem nevidomých žáků a studentů na školách běžného typu.

Učitel v běžné škole většinou nezná Českou národní normu pro převod matematiky do Braillova písma a nemůže tak sledovat výpočty nevidomého žáka. Je odkázán pouze na to, že nevidomý žák svůj výpočet zapsaný v braillském písmu (např. s pomocí Pichtova psacího stroje) přečte. „S mírnou nadsázkou platí, že tento způsob staví učitele do téhož postavení, v jakém byl tradičně nevidomý: stává se z něj osoba odkázaná na informace zprostředkované a na pomoc druhých.“ (1) Speciální software může pomoci s řešením tohoto problému, neboť s jeho pomocí může učitel sledovat práci nevidomého žáka.

# 2. Smyslové vnímání matematických vzorců

Grafický matematický zápis je dvoudimenzionální. Zápis matematiky v Braillově písmu je ale jiný, lze jej charakterizovat jako lineární text. Sekvenční způsob čtení zápisu matematického výrazu pomocí hmatu a také případně pomocí počítačového hlasu s sebou přináší absenci okamžitého globálního přehledu.

Demonstrujme to na příkladu následujícího vzorce:

 

Vidícímu člověku je na první pohled jasné, že se jedná o součet zlomků pod odmocninou. Během sekundy dokáže rozpoznat, že se první zlomek dá krátit výrazem *x+1*, stejně rychle určí společného jmenovatele.

V linearizované formě je už obtížnější pochopit strukturu matematického výrazu. Vizuální podoba matematického výrazu, která je na následujícím obrázku, nám poskytuje stále ještě jakýsi rozhled, který je lepší než sluchové či hmatové vnímání matematického zápisu v Braillově písmu.



Pokud převedeme předchozí vzorec do šestibodové normy, bude tvořen 45 symboly:



Nevidomý nemá kvůli lineárnímu čtení matematických výrazů možnost na začátku abstrahovat od „nepodstatných“ věcí. Přehled o struktuře matematického výrazu si udělá až poté, co si jej celý přečte. Pokud se nechce k jeho podvýrazům opakovaně vracet, musí si je zapamatovat (1).

Přes veškerá výše uvedená omezení doporučujeme zcela nevidomým žákům, aby s matematickými výrazy pracovali v jejich braillské podobě, nikoliv s jejich hlasovou reprezentací. Čtení a editace symbolického textu podle pravidel České národní normy pro braillský zápis v šestibodu je výrazně úspornější s menšími nároky na paměť i čas. Navíc se nevidomý může k vybraným částem vracet opakovaně, aniž by četl stále dokola celý výraz. Pokud nevidomý používá braillský řádek, může stiskem jednoho tlačítka změnit pozici kurzoru a tím rychleji upravovat výraz pomocí klávesnice.

# 3. Zápis matematických výrazů v Braillově písmu

Při zápisu matematických výrazů v Braillově písmu se využívají počáteční a koncové značky, které vymezují například čitatel a jmenovatel zlomku či platnost odmocniny. Tím se liší Braillovo písmo od zápisu matematiky v počítači, kde se ve většině případů pro tento účel používají závorky.

Chceme-li zapsat zlomek, postupujeme takto:

1. Zapíšeme znak pro začátek zlomku.
2. Poté následuje výraz v čitateli.
3. Zapíšeme znak pro lomeno, který odpovídá zlomkové čáře.
4. Poté můžeme zapsat výraz ve jmenovateli.
5. Nakonec napíšeme znak pro ukončení zlomku.

Pokud chceme napsat výraz s odmocninou, postupujeme takto:

1. Zapíšeme znak pro začátek odmocniny
2. Nyní můžeme napsat výraz, který chceme odmocnit
3. Zapíšeme znak pro ukončení odmocniny. (V České národní normě pro braillský zápis v šestibodu se jedná o obecný ukončovací znak.)

# 4. Přehled nástrojů pro čtení a zápis matematiky

## 4.1. Pichtův psací stroj

Než si představíme jednotlivé aplikace pro zpřístupnění matematiky, pokusíme se zde popsat výhody Pichtova psacího stroje, mechanického psacího stroje k zápisu braillského textu. Jedná se o výborný nástroj pro začátečníky (žáky základních škol), kteří se potřebují naučit číst Braillovo písmo. Řada níže popsaných aplikací nabízí hlasový či hmatový výstup na braillském řádku. Než je tedy nevidomý žák začne používat, je nutné, aby se naučil číst Braillovo písmo a pracovat na počítači s pomocí odečítače obrazovky a braillského řádku.

Kromě matematických výrazů je možné na Pichtově psacím stroji vytvořit i grafy. Někteří studenti vysokých škol uvádějí, že jim Pichtův psací stroj velmi pomohl při studiu lineární algebry, s jeho pomocí si vytvořili dobrou představu o maticích.

## 4.2. BlinMoose

### 4.2.1. Charakteristika softwaru

BlindMoose je doplněk pro MS Word. Umožňuje lineární zobrazení matematických výrazů přístupné nevidomým uživatelům pomocí braillského řádku. Jednotlivé znaky mohou být vkládány přes menu BlindMoose nebo pomocí klávesových zkratek. Vložené znaky se sice zobrazují lineárně, ale v podobě, která je co nejbližší tradičnímu matematickému zápisu. Navíc se přidávají symboly, které zastupují braillské znaky označující začátek, případně prostřední část či konec určité matematické struktury, vizuálně však více připomínají její standardní (dvoudimenzionální) zápis či pozici v textu. (např. začátek mocniny/horního indexu je vizuálně znázorněn šipkou nahoru). Braillské prefixy jsou zobrazeny jako černé obdélníčky, ve kterých je vizuální symbol prefixu. Matematický zápis je zobrazen na braillském řádku, Matematika se zapisuje lineárně podle České národní normy pro braillský zápis v šestibodu, pouze velká písmena a číslice se zobrazují osmibodově (2).

Po instalaci BlindMoose 2 se ve Wordu nachází položka BlindMoose na kartě Doplňky. Po jejím potvrzení se zobrazí menu, ze kterého je možné vkládat speciální symboly, které jsou určené pro zápis matematických výrazů. "Pokud bychom chtěli vkládat značky klávesovými zkratkami, musíme zapnout matematickou klávesnici. Aktivujeme ji z menu nebo pomocí klávesové zkratky Alt+q+m. Poté je možné vkládat některé matematické značky pomocí „mrtvé klávesy" Paragraf. Nejdříve stiskneme klávesu Paragraf a poté stiskneme klávesu, která odpovídá matematické značce. Některé značky nemají přiřazenou klávesu, musíme je proto vložit přímo z menu BlindMoose. Klávesovou zkratkou Alt+q+m opět deaktivujeme mrtvou klávesu. Nyní je možné použít klávesu Paragraf normálním způsobem." (2)

BlindMoose nepodporuje čtení matematiky pomocí hlasového výstupu. Pokud s odečítačem přesuneme kurzor do zápisu, který jsme vytvořili v BlindMoose, bude nám přečtena pouze posloupnost znaků, které tvoří matematický výraz.

BlindMoose je provázaný se softwarem BUF, který mimo jiné umožňuje i braillský tisk matematických výrazů. Konverzní makra pro tisk pomocí BUF je možné spustit z menu BlindMoose.

### 4.2.2. Kompatibilita s odečítači

BlindMoose je kompatibilní s odečítačem JAWS. Pokud má uživatel instalovaný JAWS a připojený braillský řádek, může upravovat matematické výrazy.

BlindMoose lze také využít s odečítačem NVDA po instalaci speciální knihovny. Podpora u NVDA ale není zcela dokončena. Vhodným řešením by bylo implementovat podporu BlindMoose do osmibodových braillských převodních tabulek NVDA.

Vývojáři odečítače WinMonitor uvádějí, že braillské převodní tabulky tohoto odečítače umožňují čtení zápisu v BlindMoose.

Braillské převodní tabulky zvětšovače/odečítače SuperNova BlindMoose nepodporují. Uživatel SuperNovy může využít její zvětšující funkce a zápis v BlindMoose si prohlédnout. Podle vyjádření firmy Adaptech by mělo být možné upravit braillské převodní tabulky SuperNovy tak, aby byl zápis v BlindMoose čitelný na braillském řádku.

### 4.2.3. Příklad zápisu matematického výrazu

Chceme zapsat matematický výraz „odmocnina z x + 1“. Odmocnit chceme jen x. Postupujeme takto:

1. Stiskneme Alt+q+m. Aktivujeme tím „mrtvou klávesu“ Paragraf. (Nyní budeme moci využít Paragraf pro psaní matematických výrazů).
2. Stiskneme Paragraf a písmeno "o". Nyní se zapíše znak odmocniny.
3. Napíšeme "x".
4. Stiskneme Paragraf a středník. Nyní se zapíše znak, který ukončí platnost odmocniny.
5. Napíšeme „+1“

Matematický výraz je možné v průběhu zápisu číst na braillském řádku.

### 4.2.4. Vývoj BlindMoose

V současné době se vyvíjí nová verze BlindMoose, jedná se o verzi 3. Tato verze bude umožňovat:

1. Postupné zobrazování struktury složitějšího výrazu
2. Zobrazení textu i ve standardní 2D podobě.

Autorem softwaru BlindMoose je Mgr. Ondřej Nečas, který působí ve středisku Teiresiás.

### 4.2.5. Použití BlindMoose ve výuce

Podle pracovníků střediska Teiresiás je BlindMoose v současné době nejrozšířenější software pro zpřístupnění matematiky mezi nevidomými studenty.

BlimdMoose může pomoci žákům a studentům, kteří jsou integrováni do školy běžného typu. Kromě toho, že zajistí komunikaci mezi vyučujícím a nevidomým, může se s jeho pomocí učit nevidomý student nové matematické značky. Vzhledem k tomu, že zápis v BlindMoose využívá pro rozlišování čísel a velkých písmen 7. a 8. bod, je zápis matematiky v Braillově písmu úspornější.

## 4.3. Lambda

### 4.3.1. Charakteristika softwaru

Editor Lambda je samostatnou aplikací pro čtení a zápis matematické symboliky. Matematika je v Lambdě zapisována v lineární podobě. Matematické výrazy jsou:

1. Předčítány pomocí hlasového výstupu.
2. Převáděny do Braillova písma pomocí braillského řádku.
3. Mohou být zobrazeny ve standardní 2d podobě pomocí doplňku MathPlayer.

Jak bylo uvedeno v kapitole Smyslové vnímání matematických vzorců, je velmi obtížné vytvořit si představu o struktuře matematického výrazu, který je napsán v Braillově písmu. *Editor Lambda nabízí funkci, která obtíže nevidomých do velké míry kompenzuje. Lambda umožňuje postupný průchod strukturou matematického výrazu. Jednotlivé části matematických výrazů je možné postupně rozkrývat a skrývat. Celý proces je zobrazován na braillském řádku* (3).

### 4.3.2. Ukázka zápisu matematického výrazu

Matematické výrazy je možné v Lambdě vkládat pomocí:

* aplikačního menu (dostupné po stisku klávesové zkratky Alt+L)
* grafických ikon
* klávesových zkratek
* editačního pole (objeví se po stisku klávesy F5; poté napíšeme název matematického prvku, postačí pouze jeho počáteční písmena, a následně pomocí kurzorových šipek vybereme z dostupné nabídky)

Při vkládání matematických výrazů postupujeme takto. Vložíme první znak matematického výrazu (pomocí výše uvedených metod), např. symbol pro začátek zlomku či začátek odmocniny. Následně zapíšeme další část matematického výrazu a případně použijeme následující zkratky platící pro jakýkoliv složený výraz:

1. Ctrl+I - vloží prostřední značku, někdy též oddělovač (např. zlomkovou čáru/lomítko v případě zlomku)
2. Ctrl+K - vloží koncovou značku, která ukončuje zapsaný složený výraz (například odmocniny nebo zlomku).

Použití těchto klávesových zkratek si ukážeme na vložení zlomku. Chceme zapsat zlomek (x+1)/(x+2). (V čitateli je výraz x+1. Ve jmenovateli je výraz x+2). Postupujeme takto:

1. Stiskneme F5. Do editačního pole napíšeme zlomek. Stiskneme Enter. Vloží se znak začátku zlomku. (Pro vložení znaku začátku zlomku můžeme také stisknout klávesovou zkratku Ctrl+Q).
2. Napíšeme výraz „x+1“
3. Stiskneme Ctrl+I. Vloží se znak lomeno.
4. Nyní napíšeme „x+2“.
5. Stiskneme Ctrl+K. Vloží se znak pro ukončení zlomku.

Pokud máme instalovaný MathPlayer a stiskneme F4, zobrazí se matematický výraz ve standardní 2d podobě.

### 4.3.3. Ukázka funkce pro průchod struktury matematického výrazu

Nyní upravíme čitatel zlomku. Chceme odmocnit „x“. V čitateli se proto pohybujeme tak, aby bylo „x“ napravo od kurzoru.

1. Stiskneme F5. Napíšeme „odmocnina“. Abychom mohli využít klávesovou zkratku pro uzavření odmocniny, musíme v nabídce vybrat n-tá odmocnina. Poté stiskneme klávesu Enter. (Lze také stisknout klávesovou zkratku Ctrl+Shift+R.)
2. Pomocí šipky doprava se přesuneme v matematickém zápisu tak, aby bylo napravo od kurzoru +. Nalevo od kurzoru je nyní znak „x“.
3. Stiskneme Ctrl+K. Je vložen znak konce odmocniny.

Pokud nyní stiskneme F8, zobrazí se struktura matematického výrazu. Uživatel braillského řádku si nyní může přečíst, že je matematický výraz tvořen zlomkem, v jehož čitateli je odmocnina. Pomocí klávesových zkratek PageUp a PageDown je možné postupně procházet strukturu matematického výrazu. Pokud stiskneme PgUp, vidíme, že nejvýše je ve struktuře matematického výrazu zlomek. Pokud stiskneme PgDn, zjistíme, že se ve struktuře matematického výrazu nachází odmocnina.

### 4.3.4. Lambda a návrh české osmibodové normy pro převod matematiky do Braillova písma

Braillské tiskárny a Pichtův psací stroj umožňují vytvářet tištěné dokumenty v šestibodovém Braillově písmu. BlindMoose nabízí až na pár výjimek taktéž šestibodový hmatový výstup dle České národní normy pro braillský zápis v šestibodu. Editor Lambda však generuje na braillský displej osmibodový výstup. Při lokalizaci Lambdy byl proto vytvořen návrh české osmibodové normy (1).

**Poznámka:** BlindMoose rozlišuje velké písmeno a číslo tím, že používá body 7 a 8. Pokud ale vkládáme matematické značky pomocí BlindMoose, je důsledně dodržována česká kodifikace brailleského šestibodového zápisu. Příklad: Pokud vložíme znak konjunkce pomocí BlindMoose, objeví se na braillském řádku dva znaky. Jedná se o znak prefixu pro velké písmeno (bod 6) a znak pro otazník (body 56). Pokud vložíme znak konjunkce pomocí Lambdy, objeví se na braillském řádku jeden znak, který je reprezentován body (368).

* Příručku pro přepis textů do bodového písma obsahující českou kodifikaci brailleského šestibodového zápisu především matematických, fyzikálních a chemických textů je možné najít na adrese: <https://www.teiresias.muni.cz/czbraille>
* Návrh české národní osmibodové normy je možné najít na adrese: <https://www.teiresias.muni.cz/czbraille8/?strana=navrh>

### 4.3.5. Kompatibilita s odečítači a podpora počítačového hlasu

Editor Lambda je kompatibilní s JAWSem. Pro práci s JAWSem je nutné stáhnout a instalovat skript, který je ke stažení na stránce programu Lambda. Pokud chceme, aby byly matematické výrazy také předčítány, musíme postupovat takto:

1. Vstoupíme do aplikačního menu editoru Lambda. Musíme potvrdit menu Možnosti (Alt+M).
2. Přesuneme se na položku Výběr řeči. Po jejím potvrzení se spustí dialogové okno Výběr syntézy.
3. Pokud máme instalovaný JAWS, musíme v přepínači zvolit JAWS. Pokud nemáme JAWS, můžeme v přepínači zvolit SAPI5.

JAWS je jediný odečítač, který umožňuje braillské zobrazení matematických výrazů dle návrhu české osmibodové normy pro převod matematiky do Braillova písma.

Pro odečítač NVDA byl také vytvořen skript, který by měl umožnit komunikaci mezi Lambdou a NVDA. Skript funguje jen v přenosné verzi NVDA. Skript nenabízí osmibodový braillský výstup.

### 4.3.6. Nevýhody Lambdy a použití ve výuce

Editor Lambda má následující nevýhody:

1. Vývoj editoru Lambda byl zastaven.
2. Chybí nástroje k nastavení prostředí pro slabozrakého
3. Jedná se o placený nástroj. Cena je 427 EUR za 1 licenci na 1 počítač. Za další licenci je nutné zaplatit 135 EUR.

## 4.4. TeX a LaTeX

### 4.4.1. Charakteristika sázecího systému

TeX (čteme tech) je systém pro sazbu elektronických dokumentů. S pomocí TeXu je možné vytvořit například odbornou publikaci, jejíž součástí jsou (kromě textu) matematické výrazy, notový zápis apod. Vzhledem k rozsáhlé databázi fontů a mnoha různým funkcím TeXu má jeho uživatel mnohem větší formátovací možnosti než uživatel Wordu či jiného textového editoru.

TeXovský kód je možné napsat například v Poznámkovém bloku. Obvykle jej ale autoři matematických skript píší ve speciálním textovém editoru, který zvýrazňuje syntaxi. Kód TeXu, který byl vytvořen v textovém editoru, je poté možné „exportovat“ například do PDF. Výsledný dokument je tak dostupný v běžně rozšířeném formátu. Export z TeXu je možné provést do mnoha dalších formátů.

S TeXovským zápisem pracují také některé programy, které mohou využívat studenti se zrakovým postižením. Kromě pojmu TeX se můžeme setkat s pojmem LaTeX (čteme latech). Jako LaTeX je obvykle označována určitá nadstavba TeXu.

Zjednodušeně lze říci, že základní TeXovský zápis je poměrně univerzální. Někteří studenti se zrakovým postižením využívají pro výpočty TeX místo Braillova písma. Odborníci, kteří přednášejí na vysokých školách, TeX obvykle znají. Proto mohou sledovat výpočty nevidomého studenta. Zápis v TeXu je ale mnohem rozsáhlejší než zápis v Braillově písmu, proto je velmi obtížné se v něm s využitím odečítače zorientovat. TeX není nástroj, který by byl primárně určen pro nevidomé.

### 4.4.2. Příklad zápisu v TeXu

\frac{a+b}{c+d}

Příkaz „\frac“ je příkaz pro zlomek. Složené závorky vymezují čitatel a jmenovatel.

\sqrt{x}+1

Příkaz „\sqrt“ je příkaz pro zápis odmocniny. Složené závorky vymezují platnost odmocniny. Pod odmocninou bude jen „x“. Výraz „+1“ bude již mimo odmocninu.

Poznámka: V článku jsem představil jen TeXovské příkazy související s matematikou. Existuje mnoho dalších TeXovských příkazů pro tvorbu obsahu, vložení poznámky pod čarou, definici záhlaví stránky apod.

## 4.5. Chatty Infty

### 4.5.1. Charakteristika programu

Jedná se o samostatnou aplikaci, která umožňuje čtení a zápis matematických výrazů s podporou hlasového výstupu. Matematický text je zobrazen ve standardní 2d podobě, zápisu studenta tak porozumí učitelé i další lidé z jeho okolí. Editor nabízí funkci vizuálního zvýraznění aktuálně čtené části či struktury matematického výrazu. Je tedy možné, aby jej používal i student se specifickými poruchami učení a lépe tak pochopil vazby mezi částmi matematického textu i jeho členění.

Program Chatty Infty umožňuje import a export z/do různých formátů. Lze jej s úspěchem použít pro tvorbu rozsáhlejšího matematického dokumentu.

### 4.5.2. Způsob zápisu

Pro zápis v Chatty Infty se primárně využívají příkazy v TeXu, pro nejčastější matematické struktury (např. zlomek, odmocninu) jsou zavedeny i klávesové zkratky. I když je TeX velmi složitý a rozsáhlý systém, stačí znát menší množství příkazů pro zápis matematických výrazů. Klávesové zkratky zápis výrazně zrychlují. Existuje ještě třetí možnost, jak vložit matematický symbol či strukturu, a to pomocí kontextově členěné nabídky, která je přístupná po stisku pravého tlačítka myši nebo klávesy pro kontextové menu.

### 4.5.3. Příklad zápisu

Jak v Chatty Infty zapsat druhou odmocninou z výrazu x+1?

1. Přepneme se do matematického módu stiskem klávesové zkratky Ctrl+M.
2. Zapíšeme symbol zpětného lomítka, čímž otevřeme editační rozbalovací pole.
3. Postupně zadáme řetězec “sqrt”, který v TeXu označuje druhou odmocninu, a stiskneme klávesu Enter.
4. Zapíšeme z klávesnice x+1.
5. Šipkou doprava opustíme odmocninu a můžeme zapisovat další část výrazu.

Kroky 2, 3 lze v případě druhé odmocniny nahradit stiskem klávesové zkratky F6.

### 4.5.4. Použití ve výuce

Tento nástroj je vhodný především pro studenty, kteří sice při práci s matematickým textem primárně používají svůj zrak, potřebují však hlasový výstup, aby si byli jisti tím, že porozuměli veškerému obsahu. Editor je možné doporučit i nevidomému člověku, který neovládá Braillovo písmo. Díky hlasovému výstupu si dokáže přečíst i matematické výrazy. Domníváme se však, že tento nástroj není vhodný pro zcela nevidomé studenty, kteří se symbolickým textem aktivně pracují, upravují rovnice či složitější matematické výrazy. Chatty Infty nenabízí braillský výstup a aktivní práce s matematickým textem pouze s pomocí hlasového výstupu je zdlouhavá, náročná a značně nekomfortní.

### 4.5.5. Nevýhody programu

* Chatty Infty neobsahuje na rozdíl od Lambdy funkci, která by umožnila uživateli postupně procházet strukturu složitějšího matematického výrazu.
* Jedná se o placený software, musíme zaplatit 200 USD za 1 licenci na 1 počítač.

## 4.6. MathType

### 4.6.1. Charakteristika softwaru

Jedná se o doplněk pro MS Word a jiné aplikace. Pokud jej instalujeme do Wordu, objeví se zde samostatná karta s názvem MathType. Na této kartě budou k dispozici tlačítka, která spouští různé funkce MathType.

MathType umožňuje zapisovat matematické výrazy následujícími způsoby, pouze první z nich je však použitelný pro nevidomého uživatele z hlediska přístupnosti:

1. Pomocí příkazů LaTeXu
2. Výběrem ze strukturované nabídky
3. Klávesovými zkratkami

MathType umožňuje import a export z/do různých formátů. Lze jej použít pro tvorbu rozsáhlejšího matematického dokumentu.

### 4.6.2. Příklad zápisu

Postupujeme takto

1. Napíšeme výraz v TeXu, který je uzavřen mezi znaky dolar. Jedná se například o $\sqrt{x}+1$.
2. Označíme jej do bloku, případně postačí, abychom umístili kurzor mezi počáteční a koncový dolar.
3. Stiskneme Alt+zpětné lomítko. Můžeme také v nabídce MathType potvrdit příkaz Toogle to Tex. Zápis v TeXu se převede do klasické 2d podoby.

### 4.6.3. Použití ve výuce

MathType mohou využít vyučující, kteří připravují matematiku pro studenty se zrakovým postižením. Matematické výrazy zapíší v TeXu. Následně je převedou do 2D podoby pro slabozraké studenty. S pomocí MathType lze rychle vytvořit více dokumentů s odlišným formátem s ohledem na různé požadavky, co se týče fontu, jeho velikosti či řezu, což pomůže slabozrakým studentům.

Středisko Teiresiás vyvíjí také makro, které umožňuje převést zápis v LaTeXu do BlindMoose. Pokud je zápis z TeXu převeden do BlindMoose, je k dispozici pro nevidomé.

### 4.6.4. Nevýhody

Mezi nevýhody MathType patří:

1. Jedná se o placený nástroj (97/57 USD za 1 licenci na 1 PC)
2. MathType neumí rozpoznat některé TeXovské příkazy. Má také problém se zobrazením diakritiky, pokud se objevuje v matematickém textu.

## 4.7. MathPlayer

Jedná se o doplněk, který umožňuje čtení matematického textu v různých aplikacích. MathPlayer je podporován webovými prohlížeči Mozilla Firefox a Internet Explorer. Lze jej také využít v programech MS Word a MS PowerPoint.

MathPlayer umožňuje čtení matematického výrazu kódovaného v MathML pomocí odečítačů obrazovky NVDA a JAWS. Pokud je matematický výraz obsloužen MathPlayerem, je možné procházet s NVDA jeho strukturu.

MathPlayer také poskytuje omezené možnosti zobrazení v Braillově písmu. Lze jej zdarma stáhnout a použít v různých aplikacích.

## 4.8. Editor rovnic

Editor rovnic je součástí aplikace MS Word. S jeho pomocí je možné zapisovat matematickou symboliku, která je ihned automaticky zobrazována ve standardní 2d podobě v místě kurzoru.

Matematický text je možné vkládat

1. Pomocí klávesnice - matematika je zde zapisována pomocí syntaxe, která je podobná LaTeXu. V mnohých případech je úspornější.
2. Výběrem ze strukturované nabídky

Editor rovnice nedisponuje podporou hmatového či hlasového výstupu, je ale vhodný pro uživatele softwarových lup. Někteří slabozrací uživatelé využívají raději editor rovnic než zápis matematiky pomocí fixu a papíru, který je zvětšován pod kamerovou lupou. Softwarová lupa sleduje textový kurzor. Na rozdíl od kamerové lupy se proto rychle přesune tam, kde uživatel potřebuje editovat matematický zápis.

## 4.9. Další aplikace

Existují další aplikace, které se využívají pro práci s matematikou. Jedná se o:

1. MathMagic
2. Cassiopeia (pouze Mac OS X systémy)
3. Mathematica (drahý)

# 5. Tisk matematických výrazů na braillské tiskárně

Software Braille Universal Format (BUF) byl vyvinutý ve středisku Teiresiás na Masarykově univerzitě v Brně. Umožňuje sazbu v běžném dokumentu MS Word, včetně kontroly pravopisu, modulu pro dělení slov atd. Pravidla pro hmatovou sazbu českých i vícejazyčných textů jsou v souladu s příslušnou národní normou mnoha jazyků. BUF umožňuje tisk hmatového písma s černým podtiskem důsledně znak za znak. Mírně poučený vidící čtenář tedy může sledovat přesně to, co vidí nevidomý.

Je zde propracovaná podpora sazby matematických vzorců v souladu s Českou národní normou pro braillský zápis v šestibodu. BUF také umožňuje tisk některých speciálních znakových sad. Jedná se například o fonetické značky IPA, základní chemické vzorce apod.

BUF umí importovat matematický dokument, který je vytvořený v LaTeXu. Vzhledem k tomu, že autoři používající LaTeX často vybírají příkaz pro sazbu symbolu či struktury na základě jeho vizuální podoby, nikoliv významu, není konverze zcela spolehlivá.

Systém BUF je provázaný s editorem BlindMoose. Jedná se o placený nástroj. Cena za dvě licence je 4840 Kč. Cena za pět licencí je 7260Kč (4).

# 6. Alternativní operační systémy

Mezi uživateli se zrakovým postižením jsou stále více rozšířené alternativní operační systémy. Součástí operačního systému Mac OS je kvalitní odečítač VoiceOver. Linux existuje v různých variantách. Grafické prostředí Linuxu ozvučuje odečítač Orca, pro konzolové verze Linuxu existují různé další odečítače.

Využití alternativních operačních systémů při studiu matematiky je v současné době pro nevidomého studenta problematické. V Linuxu ani v Mac OS neexistuje žádný software, který by umožňoval zobrazení matematických výrazů dle České normy pro převod matematiky do Braillova písma. V obou operačních systémech lze použít pouze LaTeX.

Určité omezené možnosti nabízí Mac OS. Pokud si uživatel Macu zakoupí Office for Mac, může matematické výrazy zapisovat v TeXu a následně je převádět pomocí doplňku MathType for Mac do grafické podoby.

Uživatel Linuxu si může stáhnout různé TeXovské konvertory. Poté může vytvořit dokument v TeXu a exportovat jej s pomocí konvertoru například do PDF. Součástí vytvořeného dokumentu mohou být také matematické výrazy. Tato varianta je přístupná jen pro uživatele, který má praxi s vytvářením rozsáhlých dokumentů v TeXu. Takový uživatel musí znát mnoho TeXovských příkazů, které umožňují vytvářet odstavce, nadpisy, odsazení apod.

V některých kancelářských balících, které jsou k dispozici v Linuxu, existují „moduly“ pro zápis matematických výrazů. Pokud například v menu LibreOfiice vložíme do dokumentu vzorec, přesuneme se do editačního pole, ve kterém můžeme matematický výraz zadat pomocí syntaxe, která se blíží TeXu. Bohužel nejsou k dispozici žádné údaje o tom, do jaké míry lze využít matematický modul s odečítačem Orca. S TeXem umí také pracovat kancelářský balík AbiOffice. Nepodařilo se nám dohledat informace o tom, do jaké míry lze v AbiWordu pracovat s TeXem s využitím odečítače Orca.

I když někteří studenti se zrakovým postižením využívají alternativní operační systémy, mají na svém počítači instalované také systém Windows, ve kterém využívají speciální matematické aplikace. V Linuxu nebo v Mac OS pracují s internetem, využívají elektronickou poštu či vytvářejí dokumenty. Pokud chtějí pracovat s matematikou, spustí systém Windows, ve kterém následně upravují matematické výrazy například v BlindMoose. Studenti, kteří pracují v alternativním operačním systému, většinou využívají různé nástroje pro běh dvou operačních systémů. Jedná se například o VMware Fusion, Parallels Desktop a Oracle VM VirtualBox. S využitím těchto nástrojů se může uživatel se zrakovým postižením rychle přepínat mezi Windows a alternativním operačním systémem.

MacBook či iMac je pro uživatele počítačů, kteří mají zrakový handicap, zajímavá alternativa. Pořízení počítače od firmy Apple je však nutné zvážit, každý by měl být určitě seznámen s klady i zápory Mac OS. Jeden z problematických bodů Mac OS je skutečnost, že zde není zajištěná podpora speciálních matematických aplikací.

“Přístupnost Linuxu je v současné době již na dobré úrovni, jsou zde však různé nedostatky. Patří k nim omezený výběr hlasové syntézy, špatná přístupnost PDF souborů a Skype či v některých vzácných případech chybějící ovladače na hardwarové komponenty (5).”Jedním z nedostatků Linuxu je také absence programů, které by uživatelům se zrakovým handicapem zpřístupnily matematické výrazy.

Možnosti tohoto operačního systému jsou velmi rozsáhlé, Linux se využívá v různých oblastech IT. Rozvoj přístupnosti Linuxu by mohl přinést nová pracovní místa pro nevidomé a slabozraké.

# 7. Význam individuální výuky matematiky na vysokých školách

Při studiu humanitních oborů se studenti se zrakovým handicapem většinou účastní přednášky se svými spolužáky. V průběhu přednášky využívají notebook s hlasovým výstupem. Poslouchají výklad přednášejícího a zároveň si zapisují do notebooku poznámky.

Praxe ukazuje, že studenti se zrakovým postižením si nemohou pořizovat poznámky z přednášky, v jejímž průběhu je vysvětlována látka z matematiky. Pouze na základě poslouchání není možné pochopit úpravy matematických výrazů. Středisko Teiresiás a Centrum Elsa řeší tento problém realizací individuální výuky. V jejím průběhu se vybraný lektor (např. pracovník střediska či lektor z řad starších studentů, případně doktorandů) věnuje pouze studentovi (studentům) se zrakovým postižením. Mohou tak být smysluplně využívány speciální aplikace pro zpřístupnění matematiky, které byly představeny v předchozích kapitolách.

Individuální výuku si představíme na následujícím příkladu. Nevidomý student oboru Psychologie musí absolvovat kromě předmětů zaměřených na psychologii také statistiku, jedná se o povinný předmět. Přednášky z předmětů zaměřených na psychologii absolvuje se svými spolužáky, poznámky si zapisuje ve svém notebooku s hlasovým výstupem. Běžnou přednášku či seminář ze statistiky nenavštěvuje, místo ní mu po dohodě s jejím vyučujícím zajistí středisko Teiresiás individuální formu výuky a domluví jejího lektora. Studijní materiály k předmětu jsou zpřístupněny s předstihem, nevidomý student látku prochází společně s lektorem na individuálních hodinách. Praktické procvičování provádí buď na svém notebooku, či na počítačích střediska, které jsou vybaveny potřebným speciálním hardwarem i softwarem včetně editoru BlindMoose. Délka a také styl individuální výuky statistiky jsou přizpůsobeny potřebám nevidomého studenta.

Pokud se na TyfloCentrum obrátí klient, který uvažuje o studiu technického oboru, měli by pracovníci TyfloCentra představit klientovi výše uvedené matematické aplikace s ohledem na jeho zrakový handicap. Je vhodné klientovi doporučit, aby si před nástupem na vysokou školu ověřil, zda její pracoviště odpovědné za pomoc studentům se specifickými nároky zajišťuje pro studenty se závažným postižením zraku individuální formu výuky v případě matematiky, informatiky či přírodních věd.

Individuální výuka je na stránkách střediska Teiresiás popsána takto: „Pokud naznáte, že je pro vás výuka ve standardní podobě nepřístupná, obraťte se ihned na pracovníky Studijního oddělení Střediska Teiresiás. Ve spolupráci s učitelem předmětu se pokusíme najít lektora, který povede individuální výuku a bude respektovat vaše specifické potřeby. Využije při tom asistivních technologií či alternativních komunikačních a didaktických postupů. Obvyklými předměty vyžadujícími tuto formu adaptace jsou např.: jazyková výuka, matematické a informatické vzdělávání, kurzy práce s výpočetní technikou, tělesná výchova, odborná praxe.“(6)

# 8. Postup při digitalizaci studijních materiálů z matematiky

Jak bylo uvedeno výše, běžně využívané OCR nástroje neumožňují digitalizovat matematický text. Odborníci ve středisku Teiresiás testovali nástroj Infty Reader. Tento program převádí naskenované materiály z matematiky do formátu, z něhož je poté možné exportovat do TeXu. Podle vyjádření odborníků ze střediska Teiresiás bohužel tento program zatím dokáže rozpoznávat pouze anglický a japonský matematický dokument, ne tak český text s matematickými výrazy.

V současné době se ve většině případů digitalizují materiály z matematiky tímto způsobem:

1. Materiál se naskenuje. OCR program rozpozná jeho textovou vrstvu, kterou editor Střediska Teiresiás nebo Centra Elsa (dále jen “editor”) otevře v aplikaci MS Word.
2. Matematické části nejsou rozpoznány. Editor přepíše matematické výrazy do TeXu a vloží je na příslušná místa textové vrstvy, přičemž tak činí v aplikaci MS Word.
3. Zápis textu a matematických výrazů v TeXu je:
* pomocí makra převeden do BlindMoose. Je tak přístupný pro nevidomé studenty.
* s využitím MathType převeden do grafické podoby. Je tak přístupný pro slabozraké studenty.
* zkopírován do Chatty Infty. V tomto editoru si jej mohou nechat přečíst slabozrací studenti.
* převeden do BUF a následně vytištěn na braillské tiskárně
* převeden do podoby přístupné webové stránky pro odečítače

Převod do BlindMoose, Chatty Infty, na web či do BUF není bezchybný. V mnohých případech musí editor specializovaného střediska převedený materiál zkontrolovat a upravit.

Samostatnou a velmi složitou problematikou je zpřístupnění grafiky (např. grafu funkce, diagramu aj.) pro studenty se zrakovým postižením. Pro nevidomé studenty jsou obrazové informace dle své povahy a obsahu sdělení

1. buď slovně popisovány (textovým popisem, případně strukturovaně, např. formou tabulek),
2. nebo převáděny do 2d taktilní grafiky (využívají se různé technologie, např. fuser, thermoform, braillská tiskárna Tiger od firmy View Plus),
3. případně reprezentovány v podobě 3d modelů z různých typů materiálu.

Pro slabozraké studenty připravují odborníci středisek při vysokých školách digitální obrazové soubory s obrázky, slabozraký uživatel si tak může grafiku prohlédnout pomocí softwarové lupy.

# 9. Další zajímavé informace

## 9.1. TeXovské konvertory

TeXovské konvertory jsou softwarové technologie, které umožňují převést zápis v TeXu do Braillova písma či do zvukové podoby. Konvertory by měly fungovat následujícím způsobem. Do konvertoru by byla načtena skripta, která jsou vytvořena v TeXu. Ta by měla být následně převedena například do Braillova písma a vytištěna na braillské tiskárně.

I když vývoj TeXovských konvertorů začal již v devadesátých letech, neexistuje v současné době žádný konvertor, který by zajistil bezchybný převod z TeXu do Braillova písma či do zvukové podoby. Jak jsme uvedli již výše, existuje mnoho různých verzí TeXu. V každé této verzi je také více možností, jak zapsat matematické výrazy.

Mezi zajímavé TeXovské konvertory patří například ASTER, který byl vyvinutý nevidomým studentem T.V. Ramanem.

Odkaz na konvertor Aster je k dispozici zde: <http://www.cs.cornell.edu/home/raman/aster/aster-toplevel.html>

## 9.2. Blind Friendly LaTeX

Blind Friendly LaTeX je příručka pro přepis matematických dokumentů do LaTeXu. Tuto příručku vydalo středisko Elsa (7). Pokud autoři TeXovských skript dodržují normu Blind Friendly LaTeX, vytvoří TeXovský dokument, který je možné bez problému číst na braillském řádku. Zároveň by bylo možné tento dokument převést pomocí konvertoru do zvukové podoby či do Braillova písma. Autoři příručky jsou dr. Wanda Gonzúrová a dr. Pavel Hrabák.

Příručka je ke stažení zde: <http://www.elsa.cvut.cz/media/files/BFL_Verze_I.pdf>

## 9.3. Aret

Jedná se o speciální software, který je určen pro slabozraké žáky základní školy. Umožňuje čtení matematických výrazů a jejich prohlížení ve zvětšené podobě. Materiály pro Aret vytvořili speciální pedagogové školského zařízení s názvem Základní škola a Mateřská škola pro zrakově postižené a vady řeči Plzeň, Lazaretní 25. Aplikaci Aret vyvinuli odborníci na Západočeské univerzitě v Plzni, kteří působí na Katedře kybernetiky na Fakultě aplikovaných věd

Odkaz na aplikaci Aret je k dispozici zde: <http://ucebnice.zcu.cz>

## 9.4. Export matematických dokumentů do podoby webové stránky

Jak bylo uvedeno výše, matematické výrazy nejsou na webu přístupné pro odečítače. Existují ale různé technologie, které umožňují převést matematické dokumenty do formátu webové stránky takovým způsobem, aby byly dobře přístupné pro odečítač.

Středisko Teiresiás vyvíjí javaskriptovou knihovnu Limpet, která umožňuje zpřístupnit webové stránky s matematickými výrazy nevidomým či slabozrakým čtenářům. V hlavičce webové stránky je odkaz na knihovnu Limpet. Jednotlivé matematické výrazy jsou v kódu stránky reprezentovány elementy <img>, jejichž alternativní popisy obsahují zápis výrazu v TeXu. Limpet při spuštění stránky generuje za pomoci jiného nástroje obrázky s vizuální 2d podobou výrazu. Uživatel odečítače však může přistoupit k alternativním popisu obrázku, který je buď v textové podobě čitelné hlasem odečítače, či formou textového řetězce zobrazitelného na braillském řádku dle České národní normy pro braillský zápis v šestibodu, případně zůstane zapsán v TeXu.

Odkaz na knihovnu Limpet je k dispozici zde: <https://www.teiresias.muni.cz/limpet/>

Existují i další mezinárodní technologie, které se zabývají přístupnými matematickými výrazy na webu. Nejznámější je javaskriptová knihovna MathJax.

## 9.5.Braillchem

Braillchem je speciální software, který byl vytvořen, aby zpřístupnil nevidomým studentům chemii. Braillchem byl vytvořen jako doplněk internetového prohlížeče Mozilla Firefox. V současné době nemáme informace o tom, do jaké míry je doplněk Braillchem funkční a zda by jej bylo možné využít jako pomůcku pro nevidomé studenty.

Se softwarem Braillchem pracovala paní doktorka Wanda Gonzúrová. Uvedla, že tento program obsahoval mnoho zajímavých funkcí. V době, kdy jej testovala, však nebyl zcela dokončen.

Odkaz na Braillchem je k dispozici zde: <https://freebsoft.org/brailchem>

## 9.6.MathML

MathML je speciální XML technologie, která umožňuje zápis matematických výrazů. Má dvě formy, jedná se o prezentační a obsahovou. Prezentační forma MathML je podobná svým významem TeXu. Obsahová forma MathML prostřednictvím XML technologie zaznamenává sémantiku matematických výrazů (8). Příklad: Pokud napíšeme do kódu TeXu nebo do kódu MathML číslo 10, nevíme, zda se jedná o číslo deset nebo o číslo dvě, které je zapsané v binární soustavě. Pokud zapíšeme do obsahové formy MathML číslo 10, můžeme prostřednictvím kódu MathML zaznamenat, zda se jedná o zápis v dekadické nebo v binární soustavě.

Pokud by byly matematické výrazy zaznamenávány v MathML, bylo by možné vyřešit problém rozdílných braillských norem. Kromě MathML kóduje sémantiku matematických výrazů také tzv. kód Lambda, který byl vytvořen při vývoji Lambdy.

# 10.Literatura

1. Úvodní strana informačního portálu. *Teiresiás Středisko* [online]. Brno: Masarykova univerzita, c2010-2015, 2008 [cit. 2018-04-19].

Dostupné z: <https://www.teiresias.muni.cz/czbraille8>

2. BLINDMOOSE. *Středisko Teiresiás*[online]. Brno: Masarykova univerzita, c2000-2015, 2016 [cit. 2018-04-22]. Dostupné z: https://www.teiresias.muni.cz/veda-a-vyzkum/vyvojove-aktivity/blindmoose

3. Matematický editor Lambda. *Středisko Teiresiás* [online]. c2000-2015: Masarykova univerzita, 2008, 2008 [cit. 2018-04-21].

Dostupné z: <https://www.teiresias.muni.cz/czbraille8/?strana=lambda>

4. BRAILLE UNIVERSAL FORMAT. *Teiresiás Středisko pro pomoc studentům se specifickými nároky* [online]. c2000-2015: Masarykova univerzita, c2000-2015, 2017 [cit. 2018-04-23].

Dostupné z: <https://www.teiresias.muni.cz/cz/veda-a-vyzkum/vyvojove-aktivity/buf>

5. POLÁŠEK, Vojtěch. Linux pro nevidomé – Úvod. *Pelion* [online]. Brno: Masarykova univerzita, 2018, 2017 [cit. 2018-04-18].

Dostupné z: <https://www.portal-pelion.cz/linux-nevidome-uvod/>

6. Adaptace výuky. *Středisko Teiresiás* [online]. Brno: Masarykova univerzita, © 2000–2015 [cit. 2018-04-20].

Dostupné z: <https://www.teiresias.muni.cz/studium/radne-studium/adaptace-vyuky>

7. *Elsa - středisko pro podporu studentů se specifickými potřebami* [online]. Praha: ČVUT, 2015 [cit. 2018-04-19].

Dostupné z: <http://www.elsa.cvut.cz/?aktuality=3>

8. PEŠINA, Tomáš. *MOŽNOSTI ZACHYCENÍ VÝZNAMU FORMÁLNÍHO LOGICKÉHO TEXTU: aspekty pro nevidomé*. Praha, 2002. Diplomová Práce. Univerzita Karlova v Praze. Vedoucí práce Doc. PhDr. Petr Jirku CSc.