Univerzita Komenského

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

Katedra algebry, geometrie a didaktiky matematiky

http://www.fmph.uniba.sk/

Sprístupňovanie matematiky nevidiacim na Slovensku prostredníctvom editora Lambda

ŠTUDENTSKÁ VEDECKÁ KONFERENCIA 2009

Učiteľstvo všeobecno-vzdelávacích predmetov: matematika – informatika
číslo študijného odboru: 1.1.1

Autor: Martin Horňanský

Školiteľ: PaedDr. Iveta Kohanová, PhD.

BRATISLAVA, 2009

CIELE PRÁCE

Cieľmi tejto práce je popísať:

- Súčasnú situáciu nevidiacich pri práci s textom s dôrazom na matematiku
- Vznik a vývoj *Braillovho písma* ako aj národné braillovské štandardy rôznych krajín
- Alternatívy k používaniu *Braillovho písma* pri práci s matematikou (hlasový výstup, lineárne kódy...)
- Spoluprácu medzi nevidiacim študentom a vidiacim učiteľom pri práci s matematikou a snahy o jej zefektívnenie
- Softvérové pomôcky pre nevidiacich na prácu s matematickým textom
- Editor *Lambda* a jeho lokalizáciu do slovenčiny
- Skúsenosti z kurzov organizovaných pre nevidiacich a ich pedagógov
- Vytvorenie *Používateľskej príručky* k editoru *Lambda*
- Iniciatívy a tendencie v oblasti sprístupnenia matematiky

ČESTNÉ VYHLÁSENIE

Prehlasujem na svoju česť, že na práci som pracoval samostatne, na základe vlastných teoretických a praktických poznatkov, pričom som ako pomôcku použil uvedenú literatúru.

Bratislava, apríl 2009 ----------

podpis

POĎAKOVANIE

Ďakujem školiteľke práce *PaedDr. Ivete Kohanovej, PhD.* za poskytnutú podporu, cenné rady a trpezlivosť pri našich konzultáciach. Moje úprimné poďakovanie si ďalej zaslúžia pracovníci *Podporného centra pre zrakovo postihnutých študentov pri Univerzite Komenského*, obzvlášť jeho vedúca *PaedDr. Elena Mendelová, CSc.* a vedecký pracovník *Mgr. Peter Lecký*, ktorí boli iniciátormi organizovania kurzov s editorom *Lambda* pre nevidiacich študentov ako aj lokalizácie tohto editora a počas posledných troch rokov mi vždy ochotne poskytli podporu a pomoc pri práci s nevidiacimi študentmi, editorom *Lambda* a tiež pri vypracovávaní tejto práce. Vďaka patrí aj mojej rodine, ktorá ma podporovala pri tvorbe tejto práce ale aj počas celého môjho vysokoškolského štúdia.

4.5. Práca s blokmi 51
4.6. Predchádzanie chybám a problém s nájdením chýb pri výpočte 52
4.7. Prispôsobiteľnosť editora 53
4.8. Ukážky výrazov zapísaných v Lambda kóde 54
4.9. Výhody a nevýhody editora Lambda 55
4.10. Používateľské prostredie editora 57
4.11. Lokalizácia editora Lambda 61
4.11.1. Potreba slovenskej verzie editora Lambda 61
4.11.2. Tvorba špecifického softvéru 61
4.11.3. Testovanie slovenskej verzie s nevidiacimi študentmi 61
4.11.4. Podpora používateľov Lambdy na Slovensku 62
4.11.5. Zhrnutie 62
4.11.6. Ukážky menu používateľského prostredia 62
4.12. Zhrnutie 64
5. Kurzy s editorom Lambda 65
5.1. Hlavná myšlienka 65
5.2. Ciele 65
5.3. Problémy a prekážky 66
5.4. Zhrnutie 66
5.5. Plány do budúcnosti 67
5.6. Informácie o jednotlivých kurzoch 67
5.6.1. Prvý kurz: Testovanie anglického prototypu 67
5.6.1.1. Základné údaje 67
5.6.1.2. Priebeh kurzu 67
5.6.1.3. Zhrnutie 70
5.6.2. Druhý kurz: Testovanie slovenskej beta verzie 70
5.6.2.1. Základné údaje 70
5.6.2.2. Priebeh kurzu 70
5.6.2.3. Záver 71
5.6.3. Tretí kurz: Testovanie slovenskej finálnej verzie 72
5.6.3.1. Základné údaje 72
5.6.3.2. Priebeh kurzu 72
5.6.3.3. Záver 73
5.6.4. Štvrtý kurz: Lambda a braillovský riadok 74
5.6.4.1. Základné údaje 74
5.6.4.2. Priebeh kurzu 74
5.6.4.3. Záver 76
5.6.5. Odborný seminár: Prístupnosť nevidiacich k matematike 76
5.6.5.1. Základné údaje 76
5.6.5.2. Priebeh seminára 77
5.6.5.3. Záver 79
6. Záver 80
Literatúra 82
Zoznam príloh 86

ZOZNAM OBRÁZKOV

2.1 Číselné označenie bodov znaku braillovského kódu 11
2.2 Braillovská reprezentácia čísel 12
2.3 Zápis čísla 42 v Braillovom písme 12
2.4 Pražská zinková tabuľka 13
2.5 Pichtov písací stroj 14
2.6 Braillovský riadok 14
2.7 Braillovský riadok pod klávesnicou počítača 15
2.8 Digitálny záznamík typu Braille Lite, ktorý dokáže fungovať ako nezávislý počítač 15
4.1 Vkladanie prvkov pomocou menu na paneli nástrojov 44
4.2 Vkladanie prvkov pomocou dynamického menu 45
4.3 Hlavné okno s rozpísaným príkladom v lineárnom Lambda kóde 46
4.4 Podokno zobrazujúce príklad (Obr. 4.3) v štandardnom vizuálnom tvare 46
4.5 Integrovaná vedecká kalkulačka editora Lambda 55
4.6 Matica v lineárnom, dvojrozmernom a vizuálnom zobrazení 56
4.7 Hlavné okno editora Lambda s rozpísaným príkladom 58
4.8 Hlavné okno editora Lambda a podokná pre vizuálne zobrazenie a braillovskú reprezentáciu výrazu (pripravené na tlač na Braillovskej tlačiarni) 58
4.9 Hlavné okno editora Lambda s rozbalenou ponukou Zobraziť 60
4.10 Hlavné okno editora Lambda s rozbalenou ponukou Úpravy 59
4.11 Hlavné okno editora Lambda s rozbalenou ponukou Označenia 60
4.12 Hlavné okno editora Lambda s rozbalenou ponukou Možnosti 60
4.13 Hlavné okno editora Lambda s rozbalenou ponukou Súbor 59
4.14 Menu editora Lambda v slovenskom jazyku 62
4.15 Otvorené menu Vložiť a podmenu Množiny 63
4.16 Podmenu Vložiť / Logika 63
4.17 Podmenu Vložiť / Geometria 64
5.1 Účastníci prvého Lambda kurzu 68
5.2 Zoznamovanie sa s prostredím editora Lambda 69
5.3 Prezeranie okna editora Lambda pomocou hlasového výstupu 69

ZOZNAM TABULIEK

2.1 Základná slovenská braillovská abeceda 11
3.1 Vizuálne znaky ASCII tabuľky 33
3.2 Ukážky porovnania AMS štandardu a bežného zápisu 34
4.1 Partnerské inštitúcie Lambda projektu 43
4.2 Braillovské znaky indikujúce zlomok a ich zvukové ekvivalenty 49
4.3 Braillovské kódy množinových operátorov 50
4.4 Ukážky rôznych druhov zápisov matematických výrazov 54

ABSTRAKT

Táto práca sa zaoberá možnosťami a limitmi prístupu nevidiacich študentov k bežným literárnym a obzvlášť matematickým textom a analyzuje viaceré nástroje a zápisy používané nevidiacimi pri práci s matematikou. Prvá časť práce ďalej poukazuje na špecifiká práce nevidiacich s matematickými textami za pomoci asistenčných technológií a informuje o charakteristikách matematického editora *Lambda* (vytvoreného špeciálne pre nevidiacich). V druhej časti práce sa delíme o skúsenosti z lokalizácie editora *Lambda* do slovenského jazyka a zmieňujeme sa aj o kurzoch organizovaných pre nevidiacich študentov a ich pedagógov s cieľom oboznámenia ich s týmto editorom a zefektívnenia ich práce s matematikou.

Kľúčové slová: Študent so zrakovým postihnutím, nevidiaci, *Braillovo písmo*, matematika pre nevidiacich, prístupnosť, lineárne zápisy, asistenčné technológie, editor *Lambda*.

ABSTRACT

In this paper we present overview about possibilities and limitations of *Literature* and especially *Math accessibility* for visually impaired people with focus on blind people and provide analysis of tools and codes used by blind while doing Math. In the first part can reader find also characteristics of doing Math with supportive technologies and description of Mathematical editor *Lambda* created especially for blind students. In the second part of this paper we share our experiences with adaptation of editor *Lambda* to Slovak language as well as with courses organised for blind students and their teachers with the main goal to introduce this editor for the course participants and let them improve the efficiency of doing Math.

Keywords: Student with visual impairement, Blind, *Braille*, Mathematics for Blind, Accessibility, Linear codes, Supportive technologies, Editor *Lambda*.

PREDHOVOR

Prvotnou inšpiráciou pre napísanie tejto práce bola pre mňa skúsenosť s prácou v špeciálnom matematickom editore *Lambda* a organizovaním kurzov pre nevidiacich študentov. Cieľom týchto kurzov bolo oboznámiť ich učastníkov s týmto editorom, ktorý bol vytvorený za účelom zefektívniť im prácu s matematikou a zlepšiť prístupnosť "vyššej" matematiky pre túto skupinu ľudí. Táto skúsenosť bola pre mňa veľmi podnetná a inšpiratívna. Začal som zisťovať, aká náročna je pre nevidiaceho práca s mnohými matematickým symbolmi a štruktúrami, ktoré vidiaci rýchlo a jednoducho dokážu zapísať perom na papier, obzvlášť ak nevidiaci na prácu s matematikou používa bežný textový editor (čo je častým prípadom slovenských nevidiacich študentov). Takisto som mal hneď na začiatku prípravy a organizáce kurzov s editorom *Lambda* možnosť pochopiť problém s prístupnosťou matematických textov pre nevidiacich. V súčasnosti sú mnohé matematické dokumenty dostupné v digitálnej forme, no kvôli ich štruktúre a formátu mnohé z nich nie sú pre nevidiaceho prístupnými.

Kvôli vyššie uvedeným dôvodom sú vo viacerých krajinách vytvárané technologické nástroje, určené ako pomôcky na čítanie, resp. vytváranie a úpravu matematických textov pre nevidiacich. Aby však takéto pomôcky boli pre túto skupinu ľudí naozaj prínosom, musia spĺňať prísne kritériá. Mnohé pomôcky, ktoré spĺňajú iba časť týchto kritérií, sa medzi komunitou nevidiacich nerozšíria, resp. je ich používanie nevidiacimi iba obmedzené a väčšinou krátkodobé.

Ako študent 3. ročníka odboru *Učiteľstvo všeobecno-vzdelávacích predmetov: matematika – informatika*, som bol na jar 2006 oslovený *Podporným centrom pre zrakovo postihnutých študentov pri Univerzite Komenského* otázkou, či by som nemal záujem viesť kurz pre skupinu nevidiacich žiakov. Cieľom tohto kurzu bolo oboznámiť jeho účastníkov so softvérovým nástrojom, ktorý mal ambície im výrazne zjednodušiť a zefektívniť prácu s matematikou a zároveň im dopomôcť s prístupnosťou matematických textov. Neskôr sa z tohto úvodného kurzu vyvinula spolupráca dlhodobého charakteru, ktorá ako výsledok okrem iného priniesla organizovanie ďalších kurzov pre nevidiacich a tiež ich pedagógov, lokalizovanú verziu editora *Lambda*, vytvorenie Mailing-listu zabezpečujúceho podporu jeho používateľom, napísanie *Používateľskej príručky editora Lambda* určenej jeho začínajúcim používateľom, vytvorenie Internetovej stránky určenej na podporu učiteľov matematiky nevidiacich...

1. Úvod

Cieľom tejto práce je oboznámiť čitateľa o problémoch s prístupnosťou "vyššej" matematiky pre nevidiacih a viacerých možnostiach ako týmto problémom čeliť. Ďalej má táto práca za cieľ podeliť sa s čitateľom o skúsenosti z kurzov (s editorom *Lambda*) organizovaných pre nevidiacich študentov a seminára organizovaného pre ich pedagógov. Veríme, že prečítanie tejto práce bude prínosom či už pre laika - človeka doposiaľ nezainteresovaného do problematiky matematiky nevidiacich (nadobudnutie nových poznatkov a motivácia pre vytváranie prístupných dokumentov), tak aj pre nevidiaceho, resp. človeka s nevidiacimi pracujúceho (získanie informácií o viacerých pomôckach pre nevidiaceho, podrobný popis editora *Lambda* a *Používateľská príručka* uľahčujúca naučenie sa v ňom pracovať).

Táto práca je rozdelená do štyroch hlavných kapitol:

1. Práca nevidiacich s textami – *Braillovo písmo*;

2. Nevidiaci a matematika;

3. Editor *Lambda*;

4. Kurzy s editorom *Lambda*.

V prvej z nich opisujeme prácu nevidiacich s bežnými textami so zameraním sa na slovenské podmienky. Tiež je v tejto kapitole opísaný pôvod a vývoj *Braillovho písma* ako hlavného prostriedku umožňujúceho nevidiacim písomnú komunikáciu a prácu s textami.

Druhá kapitola sa zameriava na prácu nevidiacich s matematikou. Pre nevidiacich študentov je pozitívom skutočnosť, že v súčasnej dobe je možné stále viac učebníc, odborných článkov a iných vzdelávacích dokumentov nájsť v digitálnej forme a teda k nim môžu nevidiaci pristupovať pomocou čítača obrazovky a braillovského riadka, resp. hlasového výstupu. V prípade matematických textov je ale problém, že takéto texty majú častokrát matematické symboly a štruktúry vložené ako (neopísaný) obrázok, ktorý softvér čítajúci obrazovku nie je schopný prečítať a tak sa obsah takýchto dokumentov stáva pre nevidiaceho nezrozumiteľným. Preto opisujeme v tejto kapitole alternatívy, ktoré majú nevidiaci ako na vytváranie matematických dokumentov, tak aj na čítanie a úpravu existujúcich dokumentov. Čitateľ môže nájsť v tejto kapitole tiež informácie o matematických braillovských štandardoch rôznych krajín.

Tretia kapitola podáva čitateľovi informácie o editore *Lambda*, ktorý bol vytvorený s cieľom uľahčiť a zefektívniť nevidiacim prácu s matematikou. Počas úvodného kurzu s týmto editorom vznikla potreba jeho lokalizácie do slovenčiny. V tejto kapitole je tiež opísaná skúsenosť s lokalizáciou editora *Lambda*, ako aj s testovaním jeho slovenskej verzie s nevidiacimi študentmi.

Posledná zo štyroch hlavných kapitol podáva informácie o kurzoch s editorom *Lambda*, ktoré boli počas posledných troch rokov organizované pre slovenských nevidiacich študentov. Tiež je v tejto kapitole opísaný priebeh seminára pre pedagógov nevidiacich študentov, ktorý bol organizovaný s cieľom zlepšiť komunikáciu a spoluprácu medzi učiteľmi matematiky a nevidiacimi študentmi.

V závere práce stručne zhŕňame súčasnú situáciu nevidiacich pri práci s matematikou a iniciatívy, resp. tendencie o jej sprístupnenie a zefektívnenie. Takisto tu môže čitateľ nájsť stručné zhrnutie kurzov s editorom *Lambda*, ktoré sme počas posledných troch rokov organizovali a skutočnosti, ktoré sme z nich vyvodili. V závere kapitoly sú načrtnuté naše plány v tejto oblasti do blízkej budúcnosti.

V prílohe tejto práce sa nachádza *Používateľka príručka*, ktorá vznikla ako výsledok organizovania kurzov s editorom *Lambda* a CD s materiálmi k týmto kurzom (riešené a neriešené príklady, inštalačný súbor skúšobnej verzie editora, doplňujúce inštalácie pre čítače obrazovky a *MahtPlayer*, umožňujúci zobrazenie výrazov, ktoré su zapísané v *Lambda* kóde, v klasickom vizuálnom tvare používanom vidiacimi).

2. PRÁCA NEVIDIACICH S TEXTAMI – BRAILLOVO PÍSMO

2.1. HISTÓRIA BRAILLOVHO PÍSMA

V súčasnosti používanému *Braillovmu písmu*, ktoré slúži na komunikáciu pre nevidiacich, existoval podobný typ písma už o niečo skôr. Toto písmo sa volalo *Nočné písmo* a jeho autorom bol *Charles Barbier,* v tom čase kapitán francúzskeho delostrelectva. Predtým ako sa začalo používať na komunikáciu medzi nevidiacimi, sa toto písmo využívalo počas noci na posielanie správ medzi vojakmi, ktorý sa nachádzali v zákopoch. Jeho účelom bolo, aby vojaci počas noci dokázali čítať a vytvárať správy bez toho aby svietili a tak prezradili svoju pozíciu. Skladalo sa z dvanástich vypuklých bodov v rôznych kombináciách. Systém bol však veľmi zložitý a armáda ho po krátkom odskúšaní odmietla používať.

2.2. LOUIS BRAILLE

Zakladateľom bodového písma, ktoré slúži v súčasnosti na komunikáciu medzi nevidiacimi, bol francúz *Louis Braille*. Tento muž prišiel o zrak už ako 4-ročné dieťa, keď sa hral v otcovej dielni so šidlom. S týmto ostrým nástrojom sa snažil urobiť dieru do kože podobným spôsobom, ako to robieval jeho otec. Ale šidlo sa mu šmyklo a pichlo chlapca do oka. Zranenie bolo vážne a chlapec na toto oko už viac nevidel. Časom sa od prvého oka infikovalo aj oko druhé a chlapec prišiel o zrak úplne.

V 6-tich rokoch začal Louis navštevovať dedinskú školu, spoločne s vidiacimi žiakmi. Po dvoch rokoch však bolo zrejmé, že bez možnosti čítania a písania sa mu vyššieho vzdelania nedostane a pravdepodobne skončí ako žobrák na ulici.

Louis mal však šťastie a vo svojich 10-tich rokoch bol prijatý do školy pre nevidiacich v Paríži, ktorá patrila medzi prvé školy svojho druhu na svete. Podmienky boli prísne, budova vlhká a pobyt v nej nezdravý. Žiaci sa v tejto škole učili pracovným zručnostiam a jedenkrát týždenne chodili na prechádzku do parku. Okrem iného sa tam tiež učili čítať hmatom písmená, ktoré vyčnievali nad povrch stránky. Kvôli zložitosti rozlišovaniu jednotlivých písmen, bolo takéto čítanie veľmi náročné. Písmená boli vytvárané vtlačením šablóny z medeného drôtu do papiera, čím vznikol na druhej strane vystúpený tvar príslušného písmena. Pretože tento ťažkopádny spôsob vyžadoval drôtené šablóny písmen a lis, neumožňoval komunikáciu medzi nevidiacimi navzájom.

V roku 1821 navštívil školu spomínaný kapitán *Charles Barbier*. Mladý *Louis Braille* si rýchlo uvedomil, ako užitočný by mohol byť jeho systém vyvýšených bodov na komunikáciu pre nevidiacich. Po niekoľkých mesiacoch experimentovania s rôznymi alternatívami, našiel takú, ktorá používala len 6 bodov a bola plne postačujúca na komunikáciu. Tento svoj systém zdokonaľoval ešte niekoľko rokov a neskôr tiež vyvinul bodové kódy pre základné matematické symboly a notový záznam. V roku 1827 bola publikovaná prvá kniha v jeho slepeckom písme. Nový systém sa však medzi nevidiacimi a ich učiteľmi neuchytil okamžite. Niektorí konzervatívni učitelia mali k nemu nedôveru, ba dokonca až odpor.

Louis Braille sa neskoršie stal učiteľom v škole, kde býval sám žiakom. Bol svojimi študentmi rešpektovaný a obdivovaný. Nedožil sa však rozšírenia svojho písma. V roku 1852, vo svojich 43-och rokoch zomrel na tuberkulózu. *Braillovo písmo* bolo, ako prostriedok komunikácie medzi nevidiacimi, prijaté až v roku 1854, keď sa začalo oficiálne používať v celom Francúzku.

Francúzsko neskôr ocenilo Braillove zásluhy a v roku 1952 previezli jeho pozostatky do Paríža a uložili ich v *Pantheone* medzi ostatné významné osobnosti Francúzska. V meste Coupvray (rodisku *Louisa Brailla*) nechali postaviť na jeho počesť bronzovú sochu.

Koncom 70-tych rokov 19. storočia sa *Braillovo písmo* dostalo cez nemecky hovoriace krajiny aj na naše územie. Po niekoľko ročnom zvažovaní možných alternatív pre oficiálny prostriedok komunikácie medzi nevidiacimi na Slovensku, nakoniec *Braillovo písmo* zvíťazilo. Vo veľkej miere k tomu prispeli aj samotní nevidiaci, pretože od počiatku prijímali *Braillovo písmo* s neskrývaným záujmom a navzájom sa ho medzi sebou učili.

Pre nevidiacich je *Braillovo písmo* jedným z hlavných prostriedkov komunikácie s okolitým svetom. Pre tých nevidiacich, ktorí sú aj nepočujúci alebo nemí, je *Braillovo písmo* väčšinou jediným možným takýmto prostriedkom.

2.3. ABECEDA ZNAKOV BRAILLOVHO PÍSMA

Každý znak *Braillovho písma* tvorí mriežka šiestich bodov usporiadaných do obdĺžnikov 2×3. Na jednotlivé body sa odkazuje číslami 1–6; pozície v ľavom stĺpci majú zhora nadol pridelené hodnoty 1, 2, 3 a pozície v pravom stĺpci majú zhora nadol pridelené hodnoty 4, 5, 6 nasledovným spôsobom:

1 4
2 5
3 6

Obr. 2.1 Číselné označenie bodov znaku braillovského kódu

Na každej z týchto šiestich pozícií buď bod (vyvýšené miesto) je alebo nie je. Týmto spôsobom je možné zakódovať $2^6 = 64$ rôznych znakov, z ktorých sa znak bez jediného vyvýšeného bodu používa ako medzera, takže na zakódovanie zvyšných znakov ostáva 63 možností. Nevidiaci na čítanie znakov v *Braillovom písme* používajú bruško ukazováka, keďže v tejto oblasti má človek najcitlivejšie vyvinutý hmat. Rozmery písmen *Braillovho písma* sú preto zodpovedajúco prispôsobené.

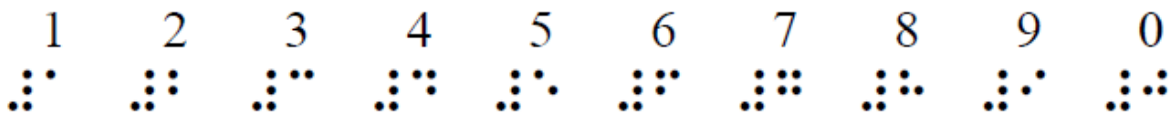
Základná sada znakov slovenského braillovského štandardu obsahuje znaky pre písmená a interpunkciu (Tab. 2.1). Veľké písmená a číslice sa zapisujú pomocou príslušných písmen tak, že im predchádza špeciálny symbol (prefix).

Pomocou *Braillovho písma* sa dajú zapísať tiež ďalšie symboly (napr. matematické, hudobné a pod.). Neskôr bola šesťbodová mriežka v niektorých krajinách rozšírená o ďalšie dva body, čím počet použiteľných symbolov vzrástol na 255. Takýmto množstvom symbolov je možné zapisovať všetky znaky *ASCII* (*American Standard Code for Information Interchange*) štandardu. Sada týchto symbolov je tiež súčasťou štandardu *Unicode* (*Braille Patterns*, U+2800–U+28FF). Osembodové *Braillovo písmo* používajú napríklad niektorí nevidiaci v Nemecku.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
U	V	W	X	Y	Z	medzera	bodka	prefix pre čísla	prefix pre veľké písmená

Tab. 2.1 Základná slovenská braillovská abeceda

Čísla v slovenskom braillovskom štandarde nemajú osobitné jednoznakové kódy, ale sú vytvárané rovnakými kódmi ako prvých desať písmen abecedy spôsobom, že im predchádza prefix indikujúci, že sa jedná o číselné kódy. Braillovské reprezentácie čísel 0 až 9 môže vidieť čitateľ nižšie:



Obr. 2.2 Braillovská reprezentácia čísel

Viacciferným číslam predchádza iba jeden prefix, takže napríklad číslo 42 má braillovský kód:

Obr. 2.3 Zápis čísla 42 v Braillovom písme

2.4. BRAILLOVO PÍSMO NA SLOVENSKU

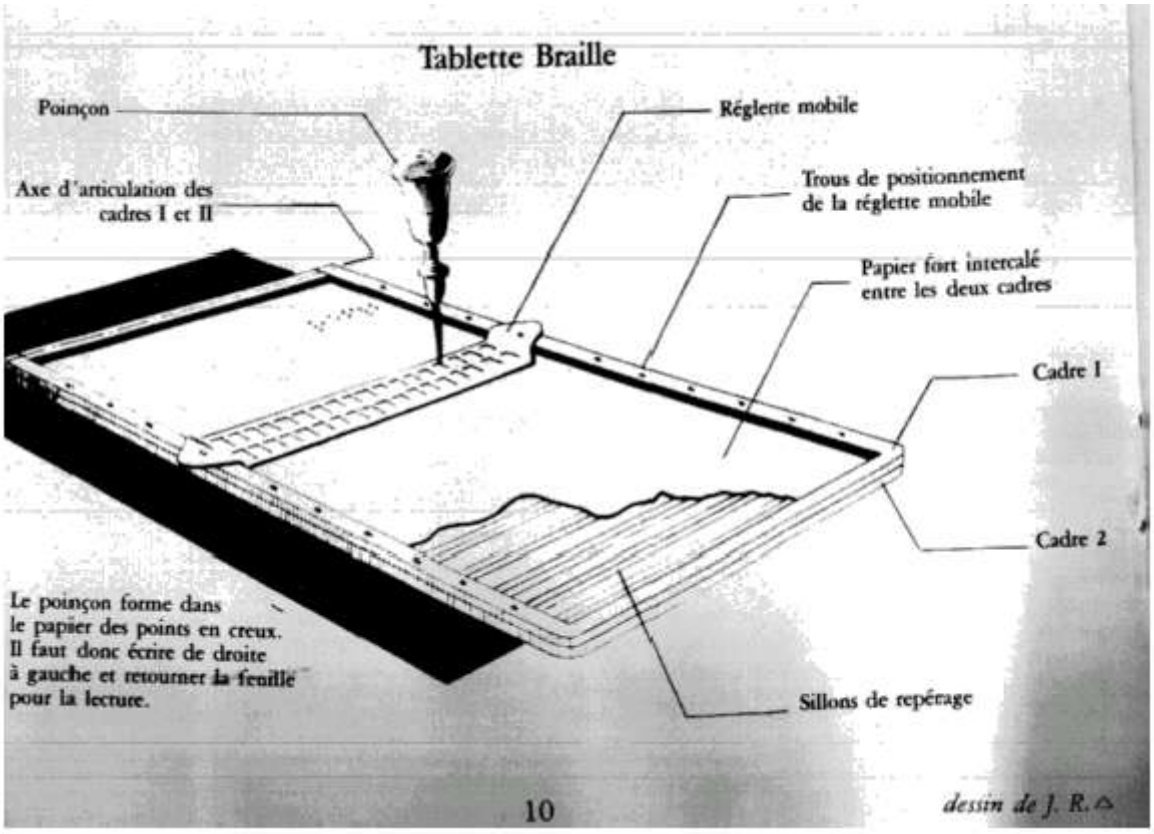
Slovenský systém Braillovho písma vytvoril v roku 1922 zakladateľ a prvý riaditeľ *Štátneho ústavu pre slepcov v Levoči Adolf Fryc*. Doplnil do základnej abecedy písmená ä, ŕ, Í, ŕ, ó, dz, dž. Rozvojom slovenského jazyka sa postupne do slovenského štandardu dopĺňali aj zvyšné písmená našej abecedy. Fryc vydal aj prvý slovenský šlabikár pre nevidiacich, podľa ktorého sa nevidiaci žiaci na Slovensku učili čítať až do roku 1946. Pre nevidiacich vytvoril tiež čítanku s názvom *Kvety* a časopis *Besiedka*. Treba však spomenúť, že v slovenskom braillovskom štandarde ešte aj v súčasnosti chýbajú symboly "vyššej" matematiky, ktoré by umožňovali nevidiacim študentom používať braillovské vstupno/ výstupné zariadenia pri práci s textami obsahujúcimi takéto znaky.

2.5. NÁSTROJE NA PRÁCU S TEXTOM V BRAILLOVOM PÍSME

V začiatkoch používania *Braillovho písma* sa jeho znaky vytvárali ručne, prakticky bez technických pomôcok. Neskôr sa objavilo "písacie zariadenie" (na našom území známe ako *Pražská zinková tabuľka*), ktoré pozostávalo z dvoch kovových dosiek spojených navzájom pántom (pozri obr. 2.4). Vo vrchnej doske bola sieť dierok a na spodnej doske boli v rovnakej sieti len plytké jamky. Medzi dosky sa vložil papier a vhodným nástrojom (najčastejšie tzv. bodátkom) sa pomocou otvorov v doskách vytlačili do papiera príslušné jamky (výstupky).

K jednoduchšiemu a rýchlejšiemu písaniu v dnešnej dobe slúžia špeciálne písacie stroje alebo špeciálne počítačové tlačiarne. Jedným v súčasnosti používaným takýmto písacím strojom je tzv. *Pichtov písací stroj* (pozri obr. 2.5). Stroj má pohybujúci sa valec a sedem kláves, z ktorých je šesť priradených jednotlivým bodom braillovskej mriežky a jeden je tzv. medzerník na oddelenie slov. Od medzerníka vľavo sú body 1, 2, 3 a vpravo 4, 5, 6. *Pichtove písacie stroje* môžu byť ľavoručné, pravoručné aj obojručné. Do valca sa vloží papier a súčasným stlačením príslušných klávesov sa do papiera vytlačí potrebný znak. *Pichtov písací stroj* je v porovnaní s *Pražskou zinkovou tabuľkou* omnoho rýchlejší, keďže sa už každý bod nemusí osobitne do papiera vytlačiť bodátkom.

Ako nástroj pre prácu s počítačom slúži nevidiacim hmatový displej (tiež nazývaný braillovský riadok), čo je zariadenie, ktoré prevádza časť jedného riadku textu (zvyčajne z počítačovej obrazovky) do hmatovej podoby (pozri obr. 2.6 a obr. 2.7). Niektoré braillovské riadky môžu slúžiť aj ako vstupné zariadenia (pozri obr. 2.8), ktoré umožňujú vytvárať texty podobným spôsobom ako *Pichtove písacie stroje*.



Obr. 2.4 Pražská zinková tabuľka

Obr. 2.5 Pichtov písací stroj

Obr. 2.6 Braillovský riadok

Obr. 2.7 Braillovský riadok pod klávesnicou počítača

Obr. 2.8 Digitálny záznamík typu Braille Lite, ktorý dokáže fungovať ako nezávislý počítač

2.6. FORMY BRAILLOVHO PÍSMA

Okrem základnej podoby (*Plnopis, Grade 1*), v ktorej sa slová prepisujú písmeno po písmene, existujú komplexnejšie formy (*Skratkopis, Grade 2*), v ktorých každý braillovský znak reprezentuje skupinu písmen. V slovenčine a češtine sa táto forma príliš nepoužíva, ale napr. v angličtine či nemčine sa *Braillovo písmo* používa prevažne práve takto a základný prepis používajú prakticky iba začiatočníci.

2.7. PROBLÉMY BRAILLOVHO PÍSMA

Základnou nevýhodou *Braillovho písma* je, že jeho znaky sú výrazne väčšie ako znaky bežnej tlače. Typická veľkosť znaku je cca. 7,5×5 mm, čo umožňuje na bežnej strane formátu *A4* zaznamenať približne iba 800–900 znakov, pričom bežnou tlačou sa na rovnaký rozmer vojde zhruba 4–5 tisíc znakov. Knihy v *Braillovom písme* sú teda výrazne rozsiahlejšie.

S touto nevýhodou súvisia aj typografické problémy: nakoľko sa na jeden riadok vojde približne iba 30 znakov, a teda len ťažko sa dajú používať tabuľky a podobné konštrukty. Miesto nich je nutné všetky informácie písať sekvenčne, čo len ďalej zvýrazňuje potrebu zvýšeného rozsahu.

Ďalším výrazným problémom je nejednotnosť národných štandardov. Rôzne krajiny používajú rôzne normy *Braillovho písma*, ktoré sa navzájom pomerne výrazne odlišujú. Napr. iba medzi českou a slovenskou normou je už v písmenách základnej abecedy 7 rozdielov.

Pre slovenského nevidiaceho študenta je neprekonateľným problémom pri práci s matematikou skutočnosť, že náš národný braillovský štandard nepokrýva znaky "vyššej" matematiky a teda slovenský nevidiaci študent nemá možnosť takéto nedefinované znaky používať. S rovnakým problémom sa bohužiaľ stretávajú tiež nevidiaci v mnohých iných krajinách.

2.8. ŠPECIFIKÁ BRAILLOVHO PÍSMA PRI PRÁCI S MATEMATICKÝMI TEXTAMI

Medzi čítaním a písaním matematického a bežného textu je zásadný rozdiel. Kým na vyjadrenie bežného textu je 6-bodové *Braillovo písmo* postačujúce, neplatí to pre vyjadrenie matematického textu. Karshmer a Bledsoe (2002) uvádzajú dva základné dôvody:

1. Problematika lineárneho zápisu: Bežný text je prirodzene lineárny, no matematické výrazy sú častokrát dvojrozmerné. V prípade indexov, zlomkov a pod. je potrebné matematický text transformovať do prístupného formátu, linearizovať ho.

Príklad linearizácie zlomku:

Bežný zápis:

$$\frac{(3x-6)*(5x+12)}{\frac{x+1}{x^2}}$$

Linearizovaný zápis (formát *AMS*):

```
((3x-6)(5x+12))/((x+1)/x^2)
```

2. Problematika systému znakov: Na vytváranie, čítanie a úpravu bežného textu stačí mať k dispozícii systém znakov pre jednotlivé písmená (veľké, malé), číslice, interpunkčné znamienka a prípadne diakritiku. Vizuálny matematický text okrem štandardných znakov pre písmená a čísla naviac obsahuje celý rad špeciálnych symbolov, vyjadrených grafickým znakom (napr. prienik, uhol, integrál a pod.). Keď chcú nevidiaci tiež pracovať s takýmito matematickými prvkami a štruktúrami, musia si ich vyjadriť pomocou štandardných znakov, ktoré majú k dispozícii, čo však ich zápis komplikuje a zneprehľadňuje.

Príklad transformácie neštandardných symbolov:

Bežný vizuálny zápis:

$$\Sigma_{n=1}^{5} x_n = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5$$

Štandardný zápis nevidiacich:

```
Sum[n=1;5] x(n;) = x(1;) + x(2;) + x(3;) +x(4;) + x(5;)
```

Redukovaný zápis nevidiacich:

```
Sum[n=1;5] xn = x1 + x2 + x3 + x4 + x5
```

V *Braillovom písme* vzniká potreba vytvárania nových symbolov, napr. zložených z viacerých znakov. Stretávame sa s viacvýznamovosťou jednotlivých znakov v závislosti od kontextu, v ktorom sa nachádzajú. Komplikovanosť využívania takýchto kombinácií sa v niektorých krajinách rieši nahradením 6-bodového zápisu 8-bodovým. (Na Slovensku rovnako ako vo väčšine krajín sa ale 8-bodový zápis *Braillovho písma* nepoužíva.)

Z vyššie uvedených dôvodov je práca s matematickými textami pre nevidiacich veľmi náročná - tak na čas, ako i na zručnosti nevidiaceho študenta, resp. človeka, ktorý takéto texty spracováva do formy pre neho prístupnej. Na druhej strane je ale potešujúci vývoj softvérových pomôcok, ktoré majú ambície:

- umožniť automatický preklad matematických textov do formy prístupnej pre nevidiacich,
- zefektívniť prácu s matematikou nevidiacich,
- podporiť kompatibilnosť matematických zápisov nevidiacich,
- umožniť nevidiacim vytvárať texty obsahujúce prvky "vyššej" matematiky, ktoré by boli zrozumiteľné pre vidiacich.

2. NEVIDIACI A MATEMATIKA

Prístup nevidiacich k informáciám uloženým v klasickej forme (učebnice, zborníky, časopisy a pod.) bol v minulosti výrazne obmedzený. Rozvoj informačných technológií v súčasnosti významne ovplyvnil prístup tejto skupiny ľudí k informáciám akéhokoľvek typu. V mnohých prípadoch odstránil tradičné prekážky, no v mnohých iných prípadoch vytvoril prekážky nové, ktoré spôsobujú, že ešte aj v súčasnosti nie je prístup k informáciám u vidiacich a nevidiacich zďaleka rovnocenný. Obzvlášť sa tento jav ukazuje pri multimediálnych, technických a vedeckých informáciách, resp. údajoch, kde bežne používané technológie na transformáciu textu do digitálnej formy (*OCR - **O**ptical **C**haracter **R**ecognition*), no ani iné asistenčné a podporné technológie (napr. čítače obrazovky) nie sú často schopné sprístupniť informácie takéhoto druhu, nakoľko tieto zvyknú obsahovať množstvo špecifických symbolov a formátov. (Mendelová, 2008)

3.1. NÁRODNÉ BRAILLOVSKÉ ŠTANDARDY PRE VYŠŠIU MATEMATIKU

V posledných rokoch a desaťročiach boli vo viacerých krajinách vyvinuté rôzne braillovské štandardy umožňujúce nevidiacim prácu s "vyššou" matematikou. Podľa Schweikhardtovej (2000) by mal braillovský matematický kód spĺňať viacero požiadaviek, ktoré sú opísané nižšie.

Požiadavky na matematický braillovský kód:

1. Zápis musí byť čo možno najzreteľnejší.

Keďže braillovský kód je nevidiacim čítaný znak po znaku smerom zľava doprava, tak prefixové zápisy môžu byť porozumeniu textu nápomocné. V prípade čítania zloženého zlomku bez použitia prefixu nevidiaci používateľ nevie, že sa jedná o zlomok až kým nepríde po lomku, resp. znak zlomkovej čiary. Ten istý zlomok v zápise využívajúcom prefix (v ukážke nižšie je to *LaTeX*) má nasledovnú podobu a teda nevidiaci používateľ hneď na začiatku prezerania si výrazu dostáva informáciu o jeho štruktúre.

```
\frac {x+1}{x-1}
```

2. Počet znakov vo výraze musí byť čo možno najmenší

Táto požiadavka má svoje opodstatnenie v každom druhu zápisu (nie iba v braillovských kódoch). Pri práci s braillovským kódom je obzvlášť dôležitá kvôli vyššie spomínaným dôvodom s rozmermi braillovských znakov a tiež skutočnosti, že viaceré symboly môžu byť reprezentované dvojicou, resp. trojicou znakov. Čím väčší je počet braillovských znakov vo výraze, tým je práca s týmto výrazom pomalšia a náročnejšia.

3. Braillovské znaky by mali byť čo najviac intuitívne zrozumiteľné

Vizuálne matematické symboly majú často tvar, ktorý napovedá vidiacim o ich význame. Medzi takéto symboly patria napríklad relačné operátory "<" a ">", označenie vektora $\vec{x}$ a pod. Značky braillovských kódov by mali mať tiež čo možno najintuitívnejšiu formu (hoci zjavne navrhnutie takýchto značiek nie je jednoduchá úloha), aby zjednodušili a zefektívnili nevidiacim prácu s matematikou.

4. Zápis musí podporovať spoluprácu s digitálnymi technológiami

Kvôli rýchlemu rozvoju IKT a rozšíreniu používania počítačov, braillovské kódy musia takéto technológie tiež podporovať. Tento aspekt je dôležitý aj kvôli skutočnosti, že počítače majú schopnosť výrazne napomôcť v sprístupňovaní matematiky nevidiacim.

5. Zápis musí podporovať spoluprácu nevidiacich s vidiacimi

Integrované vzdelávanie nie je iba módnym trendom a preto spolupráca medzi vidiacimi a nevidiacimi počas vzdelávacieho procesu je nevyhnutnosťou. Učitelia väčšiny nevidiacich študentov sú vidiaci a tiež preto zápis, ktorý nevidiaci používa by mal byť prístupný pre obe skupiny (jednoducho konvertovateľný medzi zápisom nevidiaceho a vizuálnym zápisom vidiacich).

Splnenie všetkých vyššie uvedených požiadaviek je zložitou úlohou, naviac keď ich splnenie sa môže zdať častokrát konfliktné. V reálnom svete je okrem vyššie menovaných požiadaviek ešte viac vlastností, ktoré by mal matematický braillovský zápis spĺňať, ako napr. kompatibilitu matematického kódu s bežným literárnym braillovským kódom. 8-bodové braillovské kódy, ktoré teoreticky majú väčšie možnosti spĺňať takéto požiadavky sa stretávajú s problémom, že mnohí súčasní používatelia 6-bodových braillovských kódov považujú učenie sa a zvyknutie si na jeho 8-bodovú alternatívu za náročné a nepohodlné.

V nasledujúcich podkapitolách môže čitateľ nájsť informácie o väčšine v súčasnosti existujúcich braillovských matematických štandardoch.

3.1.1. FRANCÚZSKO

Braillovo písmo o znaky vyššej matematiky prvýkrát vo Francúzku rozšíril *Louis-Auguste Antoine* v roku 1922. Antoine bol stredoškolským učiteľom matematiky, no v roku 1914 musel narukovať do armády, kde po tom, ako si nešťastne zranil tvár, prišiel o zrak. Po skončení *1. svetovej vojny* rozšíril vo Francúzku používané *Braillovo písmo* o znaky "vyššej" matematiky, čo mu pomohlo úspešne vytvoriť a obhájiť dizertačnú prácu. Neskôr sa stal profesorom na *Univerzite v Rennes*.

Braillovský kód, rozšírený Antoine-om o znaky "vyššej" matematiky, bol prvýkrát revidovaný v roku 1971 a v roku 2001 prešiel komplexnejšími zmenami za účelom zlepšenia možností spolupráce medzi vidiacimi a nevidiacimi a rovnako tiež uľahčením automatického prepisu. Tretia a zatiaľ posledná revízia tohto kódu bola vykonaná v roku 2007 *Vývojovou komisiou francúzskeho braillovského zápisu* (*La Commission Evolution du Braille Français*). Zaujímavou charakteristikou tohto štandardu je práca so skratkami napr. v rámci goniometrických funkcií, je funkcia "sinα" definovaná iba jedným symbolom. Tento kód tiež definuje znaky pre merné jednotky, vektory a geometriu.

Podľa údajov [18] je tento štandard mimo územia Francúzska používaný tiež na Madagaskare a v Portugalsku.

Originálne materiály k revíziám *Francúzkeho braillovského štandardu*:

- Notation Mathématique Braille (Mise à jour de la notation mathématique en braille de 1971), by Commission Évolution du Braille Français. INJA and AVH, Paris, France. Septembre 2001.

- Notation Mathématique Braille, by Commission Évolution du Braille Français. INJA and AVH, Paris, France. Janvier 2007.

3.1.2. NEMECKO

Marburgský braillovský štandard

Marburgský braillovský štandard (Internationale Mathematikschrift für Blinde) je používaný v nemecky hovoriacich krajinách. Bol vyvinutý v roku 1955 v Marburgskej škole pre nevidiacich *Helmutom Epheserom*, *Karlom Britzom* a *Friedrichom Mittelstenom Scheidom*. Tento štandard zachováva kompatibilitu s literárnym braillovským kódom a teda čísla v ňom nemajú zvláštne kódy, ale sú vytvárané (podobne ako v slovenskom štandarde) pomocou

prefixu a kódov pre písmená. Táto skutočnosť môže vytvárať komplikáciu v textoch, ktoré obsahujú písmená aj čísla. V takomto prípade, musí byť za číslo a pred písmeno vložený znak (v prípade *Marburgského braillovského štandardu* má tento znak kód 6), ktorý indikuje, že najbližší kód už označuje písmeno a nie číslo. Komplexne prepracovaná a revidovaná verzia bola vydaná v roku 1986.

Podľa údajov [18] je tento kód (s menšími úpravami) okrem Nemecka a Rakúska používaný tiež v Dánsku, Holandsku, Nórsku, Poľsku a krajinách bývalej Juhoslávie.

Originálny materiál k revidovanému *Marburgskému braillovskému štandardu*:

- Neufassung und vervollständigung des systems der internationalen mathematikschrift für blinde, by H. Epheser, K. Britz and F. M. Scheid. Marburg/L.: Ständige Arbeitsgemeinschaft "Mathematikschrift", Deutsche Blindenstudienanstalt e.V. 1986

Braillovský štandard Karlsruhe

Tento štandard je založený na 128 znakovom *ASCII* kóde. Pri použití ôsmych bodov sa naskytá možnosť 1:1 transformácie medzi znakom *ASCII* štandardu a braillovským kódom. V tomto štandarde je výraz najprv transformovaný do lineárneho kódu, ktorý môže byť reprezentovaný znakmi *ASCII* štandardu a následne je preložený do braillovského kódu.

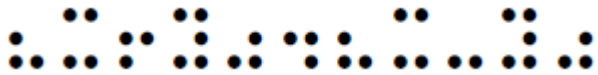
Napr.:

$$\frac{x+y}{x-y}$$

sa najprv transformuje do tvaru:

```
(x + y) ÷ (x - y)
```

a následne preloží do braillovského zápisu:



Tento kód má ale problém neprefixových zápisov a teda nevidiaci používateľ sa dozvie informáciu, že sa jedná a zlomok (skutočnosť, ktorú vidí vidiaci hneď na prvý pohľad) až po prečítaní šiesteho braillovského znaku.

Štutgartský braillovský štandard

Štutgartský braillovský štandard je rovnako ako *Braillovský štandard Karlsruhe* 8–bodovým matematickým zápisom. Tento štandard bol vytvorený *Waltraudou Schweikhardtovou* na *Univerzite v Štutgarte* a spĺňa všetky vyššie uvedené požiadavky pre braillovský matematický kód. Tento zápis podobne ako *Braillovský štandard Karlsruhe* tiež zabezpečuje priamu transformáciu medzi matematickým symbolom a braillovským znakom (vrátane rozdielnych reprezentácií pre písmená a čísla). Táto vlastnosť zjednodušuje konverziu medzi vizuálnym a braillovským zápisom. Avšak, ako väčšina 8-bodových štandardov, ani *Štutgartský braillovský štandard* nie je medzi nevidiacimi veľmi rozšírený. Nie sú zatiaľ informácie o tom, že by bol tento štandard používaný aj mimo územia Nemecka.

Originálne materiály k *Štutgartskému braillovskému štandardu*:

- Stuttgarter Mathematikschrift für Blinde, by W. Schweikhardt. Report Nr.3/87, Institut für Informatik, Universität Stuttgart, 1987.

- 8-Dot-Braille for writing, reading, and printing texts which include mathematical characters, by W. Schweikhardt. ICCHP ‘98 - Computers and assistive technology, Vienna, Budapest, 31 August - 4 September 1998. IFIP world computer congress No15. OCG, Vienna, Austria, ISBN 3-85403-118-1, pp. 324-333, 1998.

3.1.3. VEĽKÁ BRITÁNIA A USA

Britský braillovský štandard

Tento štandard je používaný vo Veľkej Británii a Írsku. Tento štandard bol vyvinutý *Britskou Braillovskou Organizáciou* (*The Braille Authority of the United Kingdom*) a schválený *Kráľovským Inštitútom pre Nevidiacich* (*Royal National Institute for The Blind*) v roku 1970 a komplexne prepracovaný v roku 1987. Táto revízia bola ďalej mierne upravená v roku 2005. Je to jednoznačný zápis (nemá viacvýznamové kódy) pokrývajúci všetky matematické symboly, ktorý často pracuje s medzerami a obsahuje viacero výnimiek ku všeobecným pravidlám braillovského kódu. Pre skúseného používateľa je práca s ním relatívne jednoduchá, no je veľmi náročný pre automatické kódovanie. Tento kód tiež definuje mnohé symboly pre fyziku a geometriu.

Podľa údajov [18], je tento štandard (s miernymi úpravami) používaný tiež v Austrálii, Bahrajne, Hongkongu, Iráne, Jordánsku, Keni, Nigérii, Saudskej Arábii, Sierre Leone, Singapúre a Zimbabwe.

Originálne materiály k *Britskému braillovskému štandardu*:

- Braille mathematics notation, by Braille Autority of the United Kingdom. RNIB, Peterborough, UK. 2001.

Némethov braillovský štandard

Némethov braillovský štandard bol oficiálne prijatý ako štandard na reprezentáciu matematických výrazov a iných vedeckých textov v *Braillovom písme* v roku 1952. Tento zápis bol ale vyvinutý už v roku 1946 nevidiacim matematikom *Abrahamom Némethom*, aby on sám mohol úspešne dokončiť svoj doktorát. Revízia z roku 1972 je oficiálnym štandardom používaným v Spojených Štátoch Amerických a Kanade uznaným *Braillovskou organizáciu Severnej Ameriky* (*The Braille Authority of North America*).

Podľa [18], je tento štandard používaný tiež v Kanade (vrátene francúzsky hovoriacej provincie Quebec), Indii, Indonézii, Iráne, Izraeli, Kambodži, Libanone, Malajzii, Novom Zélande, Pakistane, Saudskej Arábii, Srí Lanke, Thajsku, Vietname a Západnej Samoe.

Originálne materiály k *Némethovmu braillovskému štandardu*:

- The Nemeth Braille code for Mathematics and Science notation, 1972 revision, by A. Nemeth. American Printing House for the Blind, USA. 1972

- Code pour la transcription en Braille de la notation Mathématique, by Comité de normalisation du braille français en éducation, Gouvernement du Québec, Ministère de l'Éducation. Mai 2001.

Jednotný (unified) anglický braillovský štandard

Medzinárodný výbor Anglického braillovského štandardu (*The International Council on English Braille*) vyvinul jednotný zápis, ktorý je používaný zatiaľ v štyroch krajinách: Austrálii, Nigérii, Novom Zélande a Južnej Afrike. *Matematická komisia jednotného anglického braillovského štandardu* v súčasnosti kompletizuje priradenie braillovských znakov technickým symbolom a tiež pravidlá na ich používanie.

3.1.4. ŠPANIELSKO A ŠPANIELSKY HOVORIACE KRAJINY

Pre španielsky hovoriace krajiny bol schválený jednotný štandard na *Latinskoamerickej konferencii pre zjednotenie braillovských štandardov* (*Conferencia Iberoamericana para la Unification del Sistema Braille*) v Buenos Aires *Komisiou španielskeho braillovského zápisu* (*La Comisión Braille Española*). Tento štandard ale ešte aj v súčasnosti nedefinuje symboly pre geometriu.

Originálne materiály k *Španielskemu braillovskému štandardu* podľa príslušných krajín:

Bolívia, Čile a Kuba:

- Simbologia Cientificca Braille, by Della Barca, Juan José, y Judith A Varsavsky. Approved by the Conferencia Iberoamericana para la Unification del Sistema Braille. Buenos Aires 1973

Argentína, Kolumbia, Nikaragua, Španielsko a Uruguaj:

- Unificación del código matematico, Fundación Braille de Uruguay.

Guatemala, Ekvádor, Nikaragua a Salvador:

- Notacion "U" del Sistema Braille, by Rodrigo Dominguez, Francisco. 3d ed. experimental. ONCE, Madrid 1978.

3.1.5. HOLANDSKO

V Holansku bola v roku 1983 vytvorená množina pravidiel, ktorá sa inšpirovala *Marburgským braillovským štandardom*. Neskôr organizácia *Dedicon*, ktorej hlavnou činnosťou je vytvárať materiály prístupné na čítanie zrakovo postihnutým občanom, v spolupráci so zástupcami holandského *Ministerstva školstva* a organizáciami pre zrakovo postihnutých odštartovali projekt na revíziu týchto pravidiel. Cieľom tejto revízie je reagovať na viaceré požiadavky, ktoré vznikli rozšíreným používaním počítačov zrakovo postihnutými študentmi na základných a stredných školách (priblíženie zápisov v tabuľkových kalkulátoroch, kalkulačkách, braillovských zariadeniach a pod.).

3.1.6. WOLUWE ŠTANDARD (BELGICKO)

Woluwe štandard bol vyvinutý v šesťdesiatych rokoch pre nevidiacich obyvateľov holandsky hovoriacej časti Belgicka (Flámsko). Je založený na *Marburgskom braillovskom štandarde*. Autor *Woulve štandardu* bol bývalý učiteľ *Kráľovského inštitútu pre nepočujúcich a nevidiacich* (*Royal Institute for Deaf and Blind people*), v meste Sint-Lambrechts-Woluwe, nachádzajúceho sa na predmestí Bruselu.

Originálne materiály k *Woluwe braillovskému štandardu*:

- Handleiding Braillesymbolen wiskunde (Manual for mathematics Braille), ed. by Gilbert Notaert, Marc Suij and Emmanuel Vandekerkhove, G.on Woluwe, 1984.

3.1.7. TALIANSKO

Súčasný *Taliansky braillovský štandard* bol o znaky "vyššej" matematiky doplnený v roku 1998 *Knižnicou pre nevidiacich „Regina Margherita"*. Hlavnými tvorcami tohto kódu boli *G. Russo a L. Domenicali*, ktorí boli neskôr okrem iného aj aktívnymi účastníkmi *Lambda projektu*. Je to jednoznačný zápis (nemá viacvýznamové kódy), ktorý používa malý počet skratiek a je relatívne rozvláčny.

Originálne materiály k *Talianskemu braillovskému štandardu*:

- http://chezdom.net/blog/wp-content/uploads/2008/09/codice-matematico-2003.pdf
- http://www.cisad.it/invitoalbraille/html/fr32.htm

3.1.8. PORTUGALSKO

Súčasný Portugalský braillovský štandard pokrývajúci znaky "vyššej" matematiky je založený na *Jednotnom kastílskom matematickom braillovskom zápise* (*Código Matemático Unificado para a Língua Castelhana*) z roku 1987. Tento štandard má viacero vlastností podobných *Talianskemu braillovskému štandardu*.

Originálne materiály k *Portugalskému braillovskému štandardu*:

- http://www.cmdv.com.br/lermais_materias.php?cd_materias=436
- http://ibcserver0c.ibc.gov.br/index.php?blogid=1&query=abreviatura

3.1.9. JAPONSKO

Súčasný *Japonský braillovský štandard* pokrývajúci znaky "vyššej" matematiky bol vydaný v roku 2001 *Japonskou braillovskou komisiou*. Je to významná revízia špecifikácie z roku 1981, ktorá bola založená na štandarde vytvorenom už v roku 1956 špeciálnou výskumnou skupinou zaoberajúcou sa *Japonským braillovským štandardom*: *Japan Braille Research Group* (originály názov *Nihon Tenji Kenkyukai*).

Originálne materiály k *Japonskému braillovskému štandardu*:

- Explanation of Braille Mathematics Symbols, by Japan Braille Committee. Japan Braille Committee. Tokyo, 1981.

3.2. MATERIÁLY K BRAILLOVSKÝM ŠTANDARDOM VYVINUTÝM V INÝCH KRAJINÁCH

Švédsko:

- Matematiska Symboler I Punktskrift. Stig Becker, ed, in cooperation with Gunilla Stenberg, Bengt Lindqvist and Nils Trowald. Uppsala School of Education, Pedagogical Institute. Uppsala, 1972.

Podľa údajov v [18], je tento štandard okrem Švédska používaný tiež na Islande.

Fínsko:

- Finnish Braille Committee's Approved Mathematics, Physics and Chemistry Notation, by Central Union of the Blind. Central Union of the Blinde. Helsinki, 1979.

Dánsko:

- Mathematics and Scientific Notation in Braille. Institutet for Blinde og Svagsynede. 1984.

Podľa údajov [18], je tento štandard okrem Dánska používaný tiež v Nórsku.

Rusko:

- System of Symbols for Math, Physics, Chemistry, and Astronomy: A Learning Aid, by A. G. Bykov, M.I. Egorov, F.B. Morozova and I.V. Proskurjakov. Edited by Proskurjakov and Bykov. Committee fr Exact Sciences for All Russia Association for the Blind. 2nd ed, rev and enl. The All Russia Association for the blind. Moscow, 1982.

- Systém Matematických, Fyzikálních, Astronomických a Chemických znaků ve Slepeckém Písmu, by A. G. Bykov, A.F. Golubčikov, F.B. Morozova and I.V. Proskurjakov. Stāni Pedagogickē Nakladatelstvi. Prague, 1980.

Tento kód bol vytvorený organizáciou *Logos* a používaný aj v bývalom Československu a podľa údajov [18], bol tiež používaný v Bulharsku a Dánsku.

Česko:

- http://www.teiresias.muni.cz/czbraille

Rumunsko:

- Sistemul de Notatie Matematica in Scierea din Romania. 1981.

Izrael:

- Mathematics in Braille, Rivka Rosenzweig, 1991.

- Mathematics in Braille – improved edition, Rivka Rosenzweig, 2001.

- A Guide for Learning Mathematics in Braille, Rivka Rosenzweig, 2002.

- Familiarity with Mathematics for writers of Braille, Rivka Rosenzweig, 2002.

Čína:

- Braille Mathematical and Scientific Symbols. Experimental ed. Beijing Braille Publishing Co. Beijing, 1979.

India (Bharati braillovský matematický štandard):

- Bharati Braille Code for Mathematics, by National Association for the Blind. National Association for the Blind. Bombay, 1978.

3.3. INÉ KÓDY UMOŽNUJÚCE PRÁCU S MATEMATIKOU

3.3.1. ŠTANDARDNÉ MATEMATICKÉ JAZYKY

3.3.1.1. LATEX

Vytvoriť textový a lineárny systém na zápis matematiky nie je samozrejme nemožnou úlohou. *LaTeX* je príkladom efektívneho lineárneho zápisu, používaného najmä na univerzitách a vedeckých pracoviskách, v ktorom sú symboly a matematické štruktúry zapisované stručnými textovými skratkami. Jeho predchodca, zápis *TeX*, ktorého prvá verzia bola vyvinutá už v roku 1978 *Donaldom Knuthom*, za účelom umožnenia používateľovi pracovať so širokou paletou znakov a štruktúr (vrátane matematických). *TeX* však nebol vytvorený s ohľadom na jeho eventuálnych nevidiacich používateľov. Za účelom zjednodušenia práce so symbolmi bol na začiatku osemdesiatych rokov *Lesliem Lamportom* na základe zápisu *TeX* vyvinutý zápis *LaTeX*. (Jeho názov je odvodený od spojenia *TeX* for Laymen, čo v preklade znamená *TeX* pre laikov.)

Zápis *LaTeX* je ale zameraný hlavne na potreby tlače a zobrazovania odborných symbolov a nie na potreby matematikov a ostatných používateľov v ňom vytvárajúcich texty, keďže texty v ňom vytvorené sú pre vidiacich čitateľov interpretované softvérom a nemusia byť teda čítané v jeho zdrojovom kóde.

Napriek tomu je však z viacerých dôvodov zápis *LaTeX* veľmi rozšírený aj medzi nevidiacimi matematikmi. *LaTeX* je veľmi expresívny, umožňuje pracovať takmer so všetkými existujúcimi matematickými symbolmi a štruktúrami. Okrem toho je jeho používanie veľmi rozšírené medzi vidiacimi matematikmi, a teda používanie *LaTeX*-u umožňuje nevidiacim prístup k mnohým v súčasnosti vytváraným matematickým dokumentom a zároveň zjednodušuje spoluprácu medzi nevidiacimi a vidiacimi pri práci s matematickými textami. Kým vidiaci matematici si majú možnosť zobrazovať texty vytvorené v *LaTeX*-u pomocou na to určených softvérov, nevidiaci ich väčšinou čítajú v zdrojovom kóde pomocou čítača obrazovky v kombinácii s braillovským riadkom, resp. hlasovým výstupom.

LaTeX je prefixový zápis a je relatívne rozvláčny, keďže používa slová na reprezentáciu symbolov. V kapitole 3.1. mal čitateľ možnosť vidieť ukážku zápisu výrazu v *LaTeX*-u, v ktorej bol zlomok indikovaný ako `\frac`. Ďalšou nevýhodou *LaTeX*-u je, že v súčasnosti existuje viacero jeho prispôsobovaných neštandardných verzií, ktoré komplikujú jeho export a import do iných formátov.

Na školách sa matematické výrazy nie iba čítajú a vytvárajú, ale sa tiež upravujú, analyzujú, transformujú a riešia, a teda používanie zápisu *LaTeX* sa neukazuje ako veľmi vhodné. Slovenským špecifikom študentov základných a stredných škôl je fakt, že nevlastnia braillovské riadky. Práca s takýmto zápisom len pomocou hlasového výstupu je náročná a komplikované výpočty (úpravy) možno vykonávať len s veľkými ťažkosťami. Za nevýhodu možno považovať aj skutočnosť, že vedecké texty v štandardných formátoch je potrebné do takéhoto zápisu najprv transformovať. Takáto transformácia je vo väčšine prípadov zdĺhavá a nemožno ju automatizovať.

Pre nevidiacich bolo vytvorených viacero pomôcok, ktoré im dokážu zjednodušiť prácu s *LaTeX*-om. V nasledovných podkapitolách sú popísané najviac používané takéto pomôcky.

3.3.1.1.1. LATEX-TO-SPEECH PREKLADAČE: ASTER A MATHTALK

V súčasnosti boli vytvorené viaceré softvérové nástroje, ktoré majú schopnosť čítať text zapísaný v *LaTeX*-u. Jednou z takýchto pomôcok je všeobecný čítač pre *LaTeX* s názvom *Aster* vytvorený v roku 1994 *T. V. Ramanom*. *Robert Stevens* a *Alistair Edwards* vytvorili v tom istom roku softvérovu pomôcku *MathTalk* za účelom umožnenia interpretácie matematického textu zapísaného v *LaTeX*-u. Viaceré charakteristiky čítača *MathTalk* neskôr *Alistair Edwards* zapracoval pri tvorbe softvérového nástroja *Math Workstation*, ktorý bol dokončený v roku 2003.

Aster (***A**udio **S**ystem for **T**echnical **R**eadings*) je autormi definovaný ako softvér na čítanie technických dokumentov. Čitateľ môže v prípade záujmu nájsť viaceré jeho ukážky na Internete.

Je samozrejmé, že pri matematických výrazoch je absolútna presnosť nutnosťou. Napríklad význam nasledovných dvoch výrazov je veľmi rozdielny, hoci sú vizuálne veľmi podobné:

```
3x + 4 = 7
3(x + 4) = 7
```

Softvérové pomôcky čítajúce matematické výrazy, musia byť schopné ich tiež jednoznačne interpretovať. Prvý z vyššie uvedených príkladov bude pomocou softvéru *Aster* interpretovaný ako: „Tri x plux štyri sa rovná sedem“, kým druhý z nich bude interpretovaný ako: “Tri krát súčet x plus štyri, koniec súčtu, sa rovná sedem.“. Systematickú schému pre interpretovanie výrazov týmto spôsobom vyvinul v roku 1983 matematik *Chang*. *MathTalk* ponúka používateľovi tiež možnosť interpretovať súvisiace skupiny vo výraze použitím *prozódie*, t.j. použitím zmeny rýchlosti vyslovovania, výšky tónu a rytmusu čítania spôsobom ako to častokrát pri vyučovaní matematiky robí učiteľ. Druhý z vyššie uvedených príkladov by mohol byť týmto spôsobom interpretovaný ako „Tri, x plus štyri sa rovná sedem.“, s krátkou prestávkou sa slovom „tri“ a uzátvorkovaným výrazom (‚x plus štyri') vysloveným relatívne nižším tónom.

3.3.1.1.2. LATEX-TO-BRAILLE ‚DOOR': LABRADOOR

Labradoor je skupina programov, ktorá bola vytvorená v druhej polovici deväťdesiatych rokov *K. Miesenbergerom, M. Batusicom* a *B. Stögerom,* a ktorá zabezpečuje preklad z *LaTeX*-u do *Braillovho písma*. *Labradoor* je podobne ako softvér *Aster* určený na interpretáciu ako literárneho, tak aj matematického textu. Na reprezentáciu matematiky používa *Marburgský braillovský štandard*. *Labradoor* sa spúšťa ako dávkový program pod operačným systémom *MS-Dos* a v súčasnosti neexistuje žiadny “update“, ktorý by ho umožňoval spúšťať pod modernejším operačným systémom, akým je napríklad *Windows*, *Linux* alebo *Mac*.

3.3.1.2. MATHML

Ďalším príkladom lineárneho kódu určeného na zápis matematických výrazov je jazyk *MathML*, ktorý je v súčasnosti čoraz viac používaný. Dve posledné písmená jeho názvu (ML – Markup Language) hovoria o jeho vzťahu s jazykmi *XML* a *HTML* a teda aj samotným Internetom. Jazyk *MathML* je založený na jazyku *XML* a oficiálne schválený konzorciom *W3C* definujúceho web a pravidlá Internetu.

Jazyk *MathML* rovnako ako *LaTeX* vyžaduje od používateľa pracovať s komplexným (zvlášť v prípade *MathML*) zdrojovým kódom, ktorý môže byť transformovaný do štandardného grafického tvaru vizualizačným programom. Nevidiaci síce môžu matematické texty čítať a upravovať v zdrojovom kóde, ale takáto práca je relatívne komplikovaná a hlavne pri výučbe na školách časovo náročná.

Vo všeobecnosti, vytváranie a upravovanie matematických textov iba pomocou klávesnice počítača je omnoho komplikovanejšie ako pri použití pera a papiera. Treba si totiž uvedomiť, že vidiaci dokáže pár ťahmi pera po papieri spraviť hneď viacero výpočtov, úprav a zjednodušení, no pri práci s počítačom je pre tie isté úpravy väčšinou nutné prejsť viacerými krokmi, zvlášť ak chceme udržovať tiež informácie o medzivýpočtoch (a teda nemôžeme jednoducho vymazať, resp. nahradiť časti výrazu), ktoré môžu byť neskôr veľmi užitočné (napr. v prípade hľadania chýb pri výpočte).

3.3.2. ZÁPISY UMOŽŇUJÚCE PRÁCU S MATEMATIKOU NEVIDIACIM

3.3.2.1. HRTEX (HUMAN READABLE TEX)

HRTeX je štandard vyvinutý na *Univerzite Johannesa Keplera v Linzi* (Rakúsko) s cieľom vytvoriť zápis, ktorý by bol jednoduchšie čitateľný ako je *TeX*, resp. *LATeX*. *HRTeX* je založený na štandarde *TeX*, avšak nie je s nim kompatibilný. Nižšie sú uvedené najdôležitejšie rozdiely:

1. Mnohé symboly sú skrátené. Napríklad znaky reprezentujúce písmená gréckej abecedy sú zložené z ich prvých dvoch znakov, napr. `\al` namiesto `\alfa`, `\be` namiesto `\beta`, atď.

2. Názvy štandardných funkcií sú písané ako premenné, ibaže veľkými písmenami. Napr. `SIN` namiesto `\sin`, `LOG` namiesto `\log`, atď.

3. Zlomky používajú alternatívne zápisy. Zlomková čiara je reprezentovaná dvomi lomkami -`//`-, a celý zlomok je zapísaný ako skupina. Napríklad, `{a+b // c+d}` namiesto `\frac{a+b}{c+d}`.

3.3.2.2. AMS (ASCII MATH NOTATION)

Väčšina softvérov používa na kódovanie znakov štandard *ASCII* (***A**merican **S**tandard **C**ode for **I**nformation **I**nterchange*), ktorý je zároveň tiež štandardom *ISO*. Obsahuje 127 definovaných kódov, z ktorých je 95 vizuálnych znakov: malé a veľké písmená, interpunkcia a zvyšných 32 kódov tvoria tzv. kontrolné kódy indikujúce napríklad koniec riadka a pod. Táto množina znakov môže byť základom pre prístupný matematický zápis. Zápis, ktorý by používal na zapísanie všetkých matematických symbolov iba znaky štandardu *ASCII*, by poskytoval výhodu, že ľubovoľný matematický výraz by bolo možné vytvoriť týmto široko dostupným kódom. Táto vlastnosť bola ešte väčšou výhodou v minulosti, keď tlačiarenské technológie boli obmedzenejšie a tlačiarne mohli tlačiť iba znaky *ASCII* štandardu. V braillovskom kóde, ktorý by definoval všetky *ASCII* znaky, by teda mal potom nevidiaci možnosť vytvárať akékoľvek matematické výrazy. 6-bodový kód je ale na zápis 95 *ASCII* znakov (ak chceme každému *ASCII* znaku priradiť práve jeden braillovský znak a nie kombináciu) nepostačujúci, čo však už nie je prípad 8-bodového kódu. Nižšie môže čitateľ vidieť tabuľku všetkých 95 vizuálnych znakov *ASCII* štandardu.

medzera	!	"	#	$	%	&	'	(	)	*	+
,	-	.	/	0	1	2	3	4	5	6	7
8	9	:	;	<	=	>	?	@	A	B	C
D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[
\	]	^	_	`	a	b	c	d	e	f	g
h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
t	u	v	w	x	y	z	{	|	}	~	

Tab. 3.1 Vizuálne znaky ASCII tabuľky

Štandard *AMS* (*ASCII Mathematikschrift*) bol vyvinutý na *Univerzite v Karlsruhe* (Nemecko) *M. Shönbergom* v roku 1993 s cieľom vytvoriť zápis, ktorý by používal na vyjadrenie všetkých matematických symbolov a štruktúr iba 95 vizuálnych znakov *ASCII* štandardu. V nasledujúcej tabuľke môže nájsť používateľ niekoľko ukážok výrazov zapísaných v *AMS* štandarde.

Ukážka	AMS zápis	Tradičný vizuálny zápis
1	`'%`	∞
2	`?a`	α
3	`Sum[k=1,n ]`	$\sum_{k=1}^{n}$
4	`x**2`	x^2
5	`x(i;j)`	x_i^j
6	`Al x`	$\forall x$
7	`(a+b)/(a-b)`	$\frac{a+b}{a-b}$
8	`lim[x->?x;]`	$\lim_{x \to \xi}$
9	`sin x`	$\sin(x)$
10	`_|_`	$\perp$

Tab. 3.2 Ukážky porovnania AMS štandardu a bežného zápisu

AMS obsahuje niekoľko pravidiel na zápis a interpretáciu matematických symbolov resp. štruktúr:

- medzery v *AMS* sú dôležité pre pochopenie významu symbolov a nemôžu sa ľubovoľne vkladať a vynechávať (ukážky 6 a 9),
- apostrof mení význam nasledujúceho symbolu (ukážka 1),
- písmená gréckej abecedy sú tvorené písmenami latinky, ktorým predchádza otáznik (ukážka 2),
- niektoré operátory sú opísané názvami funkcií (ukážky 3 a 6),
- je zaujímavé si všimnúť, že niektoré pravidlá zápisu boli vybrané kvôli ich vizuálnej podobe medzi znakom *ASCII* štandardu a bežným zápisom (ukážka 10). Otázkou ale ostáva, či je táto vlastnosť tiež nápomocná pre nevidiacich.

Štandardný vizuálny zápis mierne zložitejšieho výrazu:

$$\frac{x^3 + 2x - 6}{\frac{x^2 + 6x - 3}{x}}$$

má v štandarde *AMS* reprezentáciu:

```
((x**3 +2x -6)/(x**(2 +6x -3)))/x
```

Štandard *AMS* sa používa v Nemecku, Rakúsku a niekoľkých krajinách východnej Európy. Bližšie informácie o štandarde *AMS* môže nájsť čitateľ na Internetovej adrese:

http://chezdom.net/blog/wp-content/uploads/2008/11/ams.pdf

3.3.2.3. LAMBDA KÓD

Lambda je matematický editor a zároveň systém umožňujúci nevidiacim čítanie, úpravu a tvorbu matematických výrazov. Tento systém bol vyvinutý v rámci rovnomenného projektu, ktorého plný názov je: ***L**inear **A**ccess to **M**athematics for **B**raille **D**evice and **A**udio Synthesis* (*Lineárny prístup k matematike pre braillovské zariadenia a hlasový výstup*). Editor *Lambda* má v sebe implementovaný lineárny *Lambda* kód, ktorého ukážku môže vidieť čitateľ nižšie. Príklad obsahujúci zlomok pod odmocninou, ktorý má štandardnú vizuálnu reprezentáciu:

$$\sqrt{\frac{(x+1)^2}{(x+1)(x-1)}+\frac{x^2}{x-1}}$$

je v *Lambda* kóde zapísaný v tvare:

```
√(//(x+1)^2⁄(x+1)(x-1)\\+//x^2⁄x-1\\)
```

Lambda kód je konvertovateľný na vstupe aj na výstupe do *MathML* a teda je nepriamo konvertovateľný aj so zápisom *LaTeX*, čo nevidiacim v súčasnosti umožňuje prístup k väčšine vedeckých dokumentov. *Lambda* kód je štruktúrovaný kompaktným spôsobom, ktorý vidiacemu aj nevidiacemu používateľovi editora *Lambda* umožňuje jednoducho pracovať s výrazmi v ňom vytvorenými (resp. upravovanými) aj v spolupráci s braillovským riadkom.

Editor *Lambda*, podobne ako editory slúžiace na prácu so zápismi *LaTeX* alebo *MathML*, poskytuje vidiacemu používateľovi možnosť vizualizovať výrazy v ňom zapísané štandardným spôsobom pre vidiacich, kým nevidiaci používateľ pracuje s výrazmi priamo v lineárnom *Lambda* kóde pomocou čítača obrazovky a hlasového výstupu resp. braillovského riadka. Výhodou *Lambda* kódu oproti ostatným matematickým zápisom je, že používateľ sa nemusí jeho syntax a sémantiku učiť, stačí mu vedieť spôsob ako jednotlivé prvky v editore *Lambda* vkladať. Kompaktnosť *Lambda* kódu spočíva v tom, že takmer každý matematický prvok je v ňom reprezentovaný jedinou značkou. Úlohou editora *Lambda* je zabezpečiť jednoznačnosť týchto značiek a tiež korektnosť zobrazovania matematických výrazov, či už štandardným vizuálnym spôsobom alebo prostredníctvom braillovského riadka, resp. hlasového výstupu. V stavovom riadku editora *Lambda* je vždy zobrazený názov matematického prvku, na ktorom sa nachádza kurzor a teda používateľ má možnosť efektívne zistiť názov akéhokoľvek prvku v aktívnom výraze (nevidiaci používateľ si môže stavový riadok tiež kedykoľvek prečítať pomocou braillovského riadka, resp. hlasového výstupu).

Je dôležité si pripomenúť, že *Lambda* nie je len prehliadač, ale hlavne editor a teda okrem čítania výrazov umožňuje používateľovi ich tiež vytvárať a upravovať, čo je dôležitou výhodou oproti softvérom, ktoré sú schopné zobrazovať matematické výrazy vytvorené v zápisoch *LaTeX* a *MathML*.

Hlavným cieľom *Lambda projektu* bolo vytvorenie úplne nového zápisu, ktorý by bol založený na *XML* kóde a umožňoval by konverziu do oficiálnych 6- a 8-bodových národných braillovských štandardov. Editor *Lambda* predefinovane obsahuje viacero vlastných braillovských národných štandardov, ktoré majú špecifickú štruktúru a sú podobné oficiálnym braillovským národným štandardom.

Viac informácii o *Lambda projekte* môže nájsť čitateľ v nasledovných materiáloch:

- LAMBDA: A European System to Access Mathematics with Braille and Audio Synthesis, by W. Schweikhardt, C. Bernareggi, N. Jessel, B. Encelle and M. Gut. In K. Miesenberger, J. Klaus, W. Zagler, and A. Karshmer editors, Proc. ICCHP 2006 (10th International Conference on Computers Helping People with Special Needs), volume 4061 of LNCS, pages 1223–1230, Linz, Austria. Springer.

- http://www.lambdaproject.org

3.4. ĎALŠIE ALTERNATÍVY NEVIDIACICH K POUŽÍVANIU BRAILLOVHO PÍSMA

Nie všetci nevidiaci vedia pracovať s *Braillovym písmom* a ešte menšia skupina ho pri práci s matematikou aj aktívne používa. Pravdepodobne najdôležitejším dôvodom sú vysoké náklady spojené s obstaraním braillovského vstupno/ výstupného zariadenia spolupracujúceho s počítačom. Ľuďom, ktorí prídu o zrak v neskoršom veku, môže spôsobovať naučenie sa a aktívne používanie braillovskej abecedy ďalšiu komplikáciu. Ako bolo spomínané vyššie, tak pri štúdiu predmetov používajúcich matematické symboly, je vážnym problémom nevidiaceho študenta skutočnosť, že v mnohých krajinách národné braillovské štandardy neobsahujú znaky "vyššej" matematiky. Hlavne kvôli týmto dôvodom vznikli viaceré alternatívy, ktoré umožňujú nevidiacim používateľom pracovať s "vyššou" matematikou bez toho, aby museli nevyhnutne používať *Braillovo písmo*.

Nižšie je predstavených niekoľko takýchto alternatív:

- Čítač obrazovky v kombinácii s hlasovým výstupom
- Tonálna reprezentácia
- Hmatové zariadenia
- Zväčšovač obrazovky
- Integrované prístupy

3.4.1. ČÍTAČ OBRAZOVKY V KOMBINÁCII S HLASOVÝM VÝSTUPOM

Čítač obrazovky je softvér, ktorý sa snaží identifikovať a pomocou braillovského riadka alebo hlasového výstupu interpretovať všetko, čo je zobrazené na obrazovke (resp. všetko, čo je poslané na výstupné zariadenie, bez ohľadu na to, či je obrazovka prítomná alebo nie). Používanie čítača obrazovky v kombinácii s hlasovým výstupom je najčastejšou alternatívou k používaniu braillovského riadka.

3.4.2. TONÁLNA REPREZENTÁCIA

Ozvučenie grafiky môže byť použité na reprezentáciu a opis jednoduchých grafov pre nevidiacih. Táto pomôcka prezentuje graf zvukovými tónmi. Základným obmedzením tejto pomôcky je však úroveň zložitosti, ktorá môže byť reprezentovaná použitím tónov.

3.4.3. HMATOVÉ ZARIADENIA

Hmatové zariadenia dokážu nevidiacemu študentovi vytvoriť predstavu o ľubovoľných dvoj- alebo trojrozmerných útvaroch. Tieto zariadenia síce nevidiacim poskytujú najlepší spôsob na reprezentáciu priestorových útvarov, no bohužiaľ sú aj veľmi nákladné.

Na Slovensku sa na spracovanie grafiky najčastejšie používajú štandardné tyflografické nástroje, neraz sa však uprednostňuje slovný opis alebo prepis do tabuľky. Grafické časti, ktoré nemožno nahradiť opisom, sa spracovávajú dvoma spôsobmi:

1. Využitím systému *Zychem*

Kopírovaním alebo počítačovou úpravou predlohy sa spracovaný obrázok prenesie na špeciálny papier (swell paper), na ktorom zahriatím v špeciálnej tlačiarni vystúpia vyznačené body, línie a plochy v závislosti od hrúbky a kontrastu predlohy.

2. Využitím tlačiarne *Tiger*

Počítačom upravená grafická predloha sa vytlačí na špeciálnej braillovskej tlačiarni buď iba vo forme vnímanej hmatom alebo v kombinácii s čiernotlačou príp. farebnou tlačou. Kombinácia farby a taktilného výstupu je vhodným spôsobom sprístupňovania grafiky pre ľudí so zvyškami zraku.

Pri bežnej práci vidiaceho učiteľa s nevidiacim žiakom sa ako najúčinnejší, najrýchlejší, najjednoduchší a najekonomickejší spôsob osvedčuje kreslenie na fólie (napr. euroobal) s pozitívnym reliéfom.

3.4.4. ZVÄČŠOVAČ OBRAZOVKY

Zväčšovač obrazovky je softvér, ktorý komunikuje s obrazovkou počítača a vo zväčšenej forme zobrazuje jej aktívnu časť. Táto technológia je však vhodná len pre zrakovo postihnutých so zvyškami funkčného zraku. Pre nevidiacich používateľov je najviac

rozšírenou alternatívou k zväčšovaču obrazovky čítač obrazovky v kombinácii s braillovským riadkom, resp. hlasovým výstupom.

3.4.5. INTEGROVANÉ PRÍSTUPY

Integrované prístupy spájajú dokopy jednotlivé pomôcky pre slabozrakých a nevidiacich kvôli ich výhodám, resp. nevýhodám. Jedným takýmto spojením môžu byť napr. hmatové zariadenia a tonálna reprezentácia. Hmatové zariadenia sú najvhodnejšími nástrojmi na výučbu geometrie a komplikovaných grafov. Tonálna prezentácia je naopak vhodná na výučbu trigonometrických funkcií, ktoré môžu byť na určitom intervale zreteľne počuteľné (sínusoidy, harmonické funkcie a pod.).

3.5. SITUÁCIA NEVIDIACICH NA SLOVENSKU

3.5.1. VÝVOJ SITUÁCIE A PROBLÉMY PRI INTEGRÁCII DO BEŽNÝCH ŠKÔL

V minulosti na Slovensku takmer všetci nevidiaci žiaci a študenti študovali na špeciálnych základných a stredných školách. Triedy v špeciálnych školách tvoria menšie skupiny, vyučujú tu špeciálni pedagógovia a študenti na zaznamenávanie poznámok používajú *Pichtove písacie stroje*. Situácia sa však výrazne zmenila na začiatku deväťdesiatych rokov. Od tohto obdobia stále väčší počet nevidiacich študentov začína študovať integrovane na bežných základných a stredných školách. Táto zmena spočíva hlavne v tom, že nielen učitelia integrovaných nevidiacich študentov už nie sú špeciálni pedagógovia, ale títo študenti už prakticky nemôžu používať na zápis poznámok *Pichtove písacie stroje*, najmä kvôli ich rozmerom a hlučnosti. Vo vyspelých krajinách môžu nevidiaci študenti pracovať na vyučovaní s braillovskými riadkami, no kvôli ich vysokej cene si ich môže dovoliť zaobstarať iba máloktorý slovenský študent. *Sociálna poisťovňa* na Slovensku prispieva nevidiacim študentom na kúpu braillovského riadka iba čiastočne, a preto prakticky všetci nevidiaci študenti pracujú na vyučovaní s počítačom (väčšinou notebookom), ktorý má nainštalovaný čítač obrazovky a spolupracuje s hlasovým výstupom. Slovenskí zrakovo postihnutí študenti, ktorí ešte majú zvyšky funkčného zraku, používajú ako častú pomôcku pri práci s počítačom vyššie spomínaný zväčšovač obrazovky, ktorý je v súčasnosti automatickou súčasťou väčšiny operačných systémov.

3.5.2. POTREBA NÁSTROJA SPRÍSTUPŇUJÚCEHO "VYŠŠIU" MATEMATIKU NEVIDIACIM

Na hodinách matematiky integrovaní nevidiaci študenti na Slovensku väčšinou používajú počítač a textový editor, ktorý im slúži ako zošit.

Pri zápise jednoduchých a krátkych výrazov obsahujúcich iba čísla a aritmetické operátory nie je prakticky žiaden problém, lebo ich môže nevidiaci študent jednoducho vložiť pomocou klávesnice, a jeho učiteľ so spolužiakmi takto zapísanému príkladu nemajú problém porozumieť. Komplikácia nastáva pri zápise výrazov obsahujúcich pokročilé matematické symboly, ktoré sa na klávesnici už nenachádzajú (množinové operátory, integrál, odmocnina, zložený zlomok atď.).

Nevidiaci študent bežne takúto situáciu rieši vytvorením si vlastných zástupných znakov pre matematické symboly, ktoré nie je pomocou klávesnice možné vložiť. Pri zložitejších výrazoch sa ale takéto zápisy stávajú pre jeho vidiaceho učiteľa, spolužiakov, príp. iných spolupracovníkov značne neprehľadnými.

Kvôli uľahčeniu spolupráce sa učiteľ matematiky musí systém zápisu svojho nevidiaceho študenta tiež naučiť. Ak by chcel nevidiaci študent častejšie diskutovať o príkladoch aj so svojimi spolužiakmi príp. inými spolupracovníkmi, tí by sa rovnako museli najprv s jeho systémom zápisu oboznámiť, aby následne mohli začať spolupracovať.

V súčasnosti neexistuje žiadna oficiálna norma, ktorá by upravovala zápis pokročilých matematických výrazov iba pomocou znakov prístupných na bežnej klávesnici. Keď chcú dvaja alebo viacerí nevidiaci študenti, ktorí neštudovali na rovnakej škole, komunikovať o svojich výpočtoch, tak tu vzniká problém, lebo ich zápisy budú pravdepodobne navzájom nečitateľné. Okrem iného to môže spôsobovať čiastočne komplikáciu aj pre pedagóga, ktorý pracuje s viacerými nevidiacimi študentmi používajúcimi nejednotné zápisy. V takomto prípade musí byť pedagóg oboznámený s matematickými zápismi všetkých svojich nevidiacich študentov, no pravdepodobne by uvítal, keby jeho študenti používali jednotný zápis alebo minimálne zápisy, ktoré sa líšia v čo najmenšom rozsahu.

Hlavne kvôli týmto dôvodom vznikla na Slovensku pred niekoľkými rokmi potreba nájsť matematický editor, ktorí by umožňoval nevidiacemu študenotvi a jeho vidiacemu učiteľovi, resp. spolupracovníkovi, efektívnu tvorbu, úpravu a čítanie zložitejších matematických výrazov.

Podporné centrum pre zrakovo postihnutých študentov pri Univerzite Komenského v Bratislave (ďalej iba *Podporné centrum*), spolupracujúce s viacerými zahraničnými organizáciami s podobným zameraním, po zhodnotení viacerých alternatív došlo k záveru, že užitočnou matematickou pomôckou pre slovenského nevidiaceho študenta by mohol byť v tom čase sa vyvíjajúci matematický editor *Lambda*, ktorý v sebe implementuje vlastný systém zápisu.

O charakteristikách tohto editora, ako aj o jeho lokalizovaní do slovenčiny a kurzoch s nevidiacimi študentmi a ich učiteľmi matematiky, ktoré mali za hlavný cieľ oboznámiť ich s prácou s týmto editorom a zefektívniť ich vzájomnú spoluprácu, nájde čitateľ viac informácií v nasledujúcich kapitolách.

4. EDITOR LAMBDA

4.1. CHARAKTERISTIKA

Matematický editor *Lambda* bol vytvorený a testovaný v rámci medzinárodného projektu podporovaného *Európskou Úniou*, na ktorom sa v rokoch 2002 až 2005 zúčastnilo spolu pätnásť partnerov z ôsmich európskych krajín. Tento projekt vznikol ako odozva na potreby nevidiacich matematikov a študentov a jeho hlavným cieľom bolo vyvinúť nielen matematický editor, ale kompletný systém na zápis matematických výrazov lineárnym spôsobom, umožnujúci ich aktívnu úpravu (čítanie, tvorbu, počítanie) cez čítače obrazovky spolupracujúce s braillovskými riadkami a hlasovým výstupom. Vyvinutý zápis implementovaný v editore *Lambda* (tzv. *Lambda* kód) je plne kompatibilný s jazykom *MathML verzia 2.0*, definovaným medzinárodným konzorciom *W3C*, ktorý v súčasnosti predstavuje štandard umožňujúci konverziu a transformáciu matematických textov. Vďaka kompatibilite s jazykom *MathML* je *Lambda* kód konvertovateľný ako na vstupe tak i na výstupe s mnohými ďalšími matematickými formátmi. Vďaka *MathML* je tiež možné previesť text vytvorený v lineárnom *Lambda* kóde do klasického vizuálneho zobrazenia, aké bežne používajú vidiaci.

Bližšie informácie o tomto projekte môže nájsť čitateľ v anglickom a talianskom jazyku na jeho oficiálnej stránke:

http://www.lambdaproject.org

Časovo obmedzená verzia tohto editora bola vytvorená pre voľné šírenie (používanie) a je ju možné nájsť tiež na vyššie uvedenej adrese - oficiálnej stránke *Lambda projektu* (odkaz „Downloads“ v ľavej časti obrazovky).

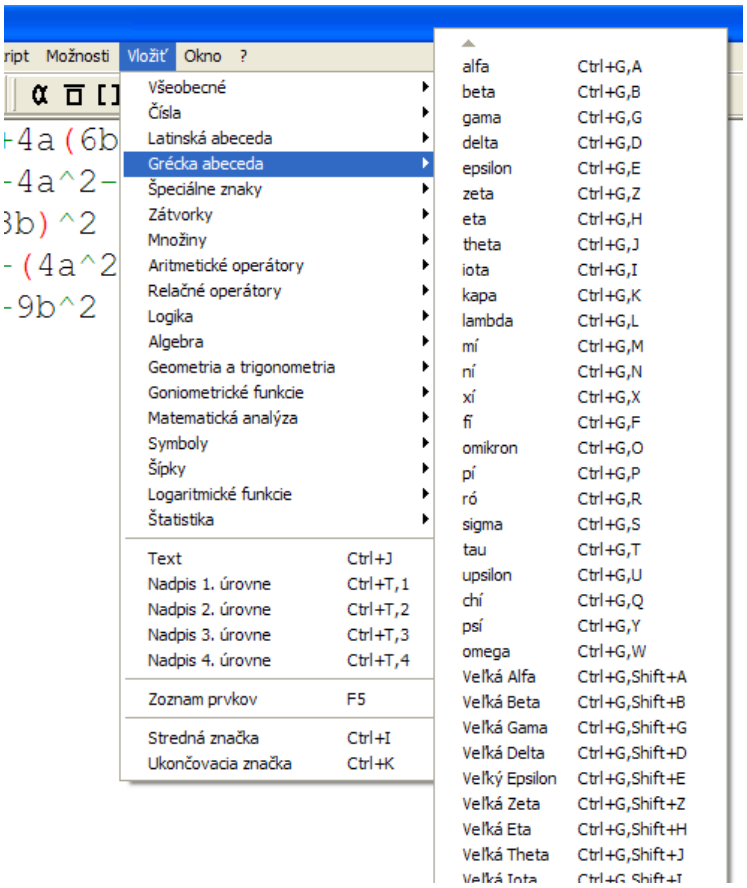
Partnerské inštitúcie *Lambda projektu*:

NÁZOV INŠTITÚCIE	MESTO	KRAJINA
Arca Progetti SRL - Projekt líder	Verona	TALIANSKO
University of York Heslington	York	VEĽKÁ BRITÁNIA
Université Paul Sabatier Irit – Tobia	Toulouse	FRANCÚZSKO
Università degli Studi di Milano Dipartimento di Scienze e tecnologie informatiche	Miláno	TALIANSKO
Universität Stuttgart	Štutgart	NEMECKO
Ministero dell'Istruzione (MIUR) - C.S.A. in Vicenza	Vicenza	TALIANSKO
EBU - European Blind Union	Paríž	FRANCÚZSKO
ACAPO – Associação dos Cegos e Ambliopes de Portugal	Lisabon	PORTUGALSKO
Biblioteca Italiana per i ciechi "Regina Margherita"	Monza	TALIANSKO
Dodecanese Association in Rhodes	Rhodes	GRÉCKO
Moscow's Logos Center	Moskva	RUSKO
ONCE – Organización Nacional de Ciegos Españoles	Madrid	ŠPANIELSKO
RNIB - Royal National Institute of the Blind	Londýn	VEĽKÁ BRITÁNIA
Unione Italiana Ciechi sezione di Verona	Verona	TALIANSKO
Veia Progetti SRL	Verona	TALIANSKO

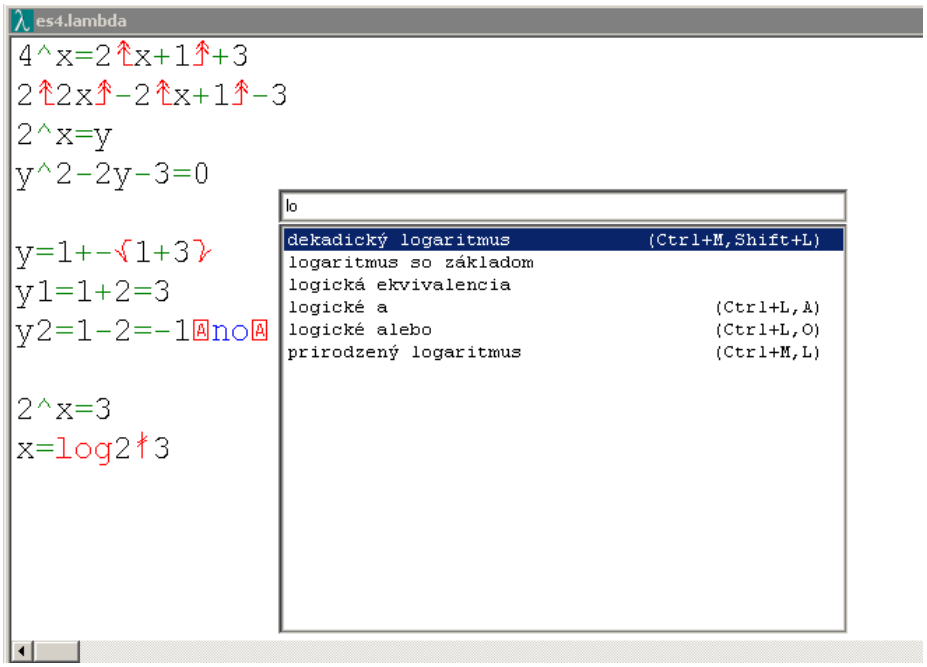
Tab. 4.1 Partnerské inštitúcie Lambda projektu

Editor *Lambda* rieši problém zložitosti a nejednotnosti zápisu matematických výrazov nevidiacich spôsobom, že má implementované vlastné značky, ktorých kódy sa ale používateľ nemusí učiť. Na to, aby vytváral korektné výrazy a využíval všetky matematické objekty, ktoré editor *Lambda* poskytuje, mu stačí, keď ovláda jeden z troch spôsobov na ich vkladanie. Čiže nevidiaci študent si už nemusí viac pamätať, ktorý kód (napr. *ASCII* štandardu) patrí začiatku zloženého zlomku, ale stačí mu, keď vie, že začiatočnú značku zloženého zlomku (tak ako ľubovoľnú inú značku) môže vložiť pomocou klávesovej skratky (väčšinou intuitívnej), panela nástrojov alebo vyvolania *dynamickej ponuky* a vybratia prvku *zložený zlomok* (resp. ľubovoľného iného prvku) spomedzi ponúknutých možností. Táto *dynamická ponuka* najprv ponúkne v abecednom poradí zoznam všetkých prvkov editora *Lambda*, ktoré

je možné v príkladoch použiť. Podľa toho, ako používateľ postupne zadáva názov prvku, sa tento zoznam redukuje a zobrazuje iba prvky, ktoré v názve obsahujú slovo začínajúce sa na používateľom zadávaný text. Napríklad po vložení reťazca *ale*, v ponuke ostanú už iba štyri prvky*: alef, logické alebo, menšie ako alebo rovné, väčšie ako alebo rovné*. Takmer vždy ostane po vložení troch až štyroch písmen v zozname iba niekoľko prvkov, z ktorých môže používateľ pomocou šípok už ľahko vybrať ten svoj požadovaný. Nižšie môže čitateľ vidieť ukážky vkladania prvkov ako pomocou menu na paneli nástrojov (Obr. 4.1), tak aj vybratím z dynamickej ponuky (Obr. 4.2).



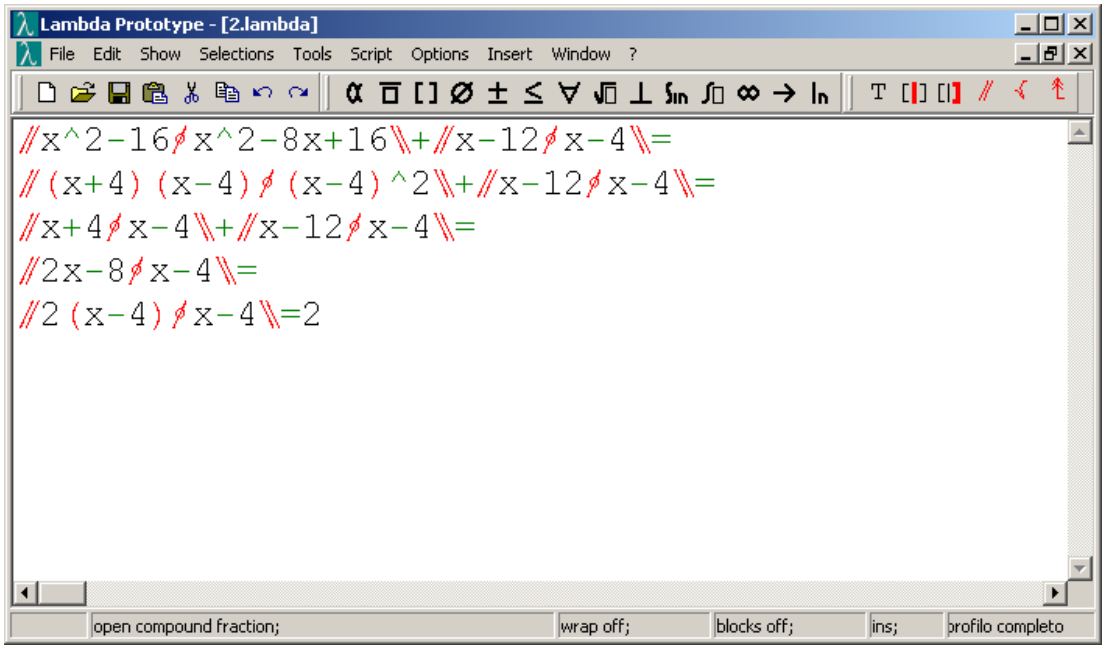
Obr. 4.1 Vkladanie prvkov pomocou menu na paneli nástrojov



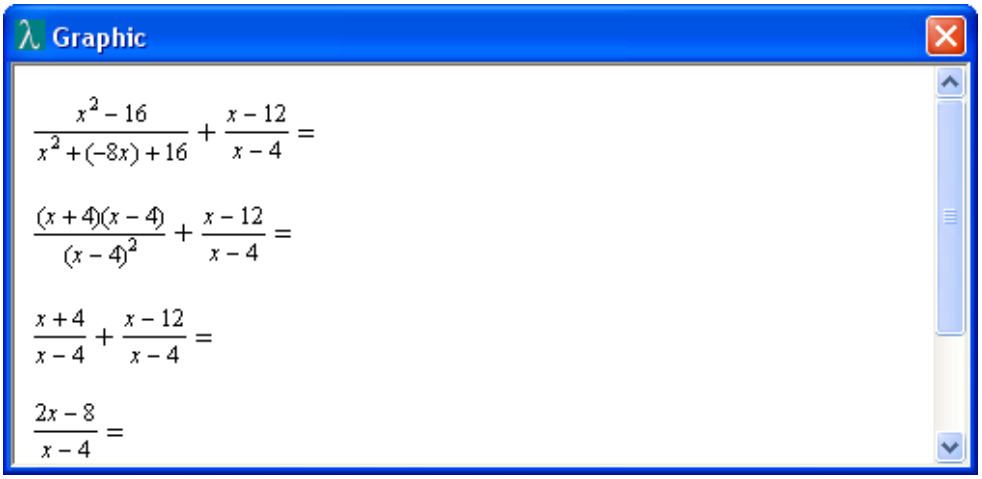
Obr. 4.2 Vkladanie prvkov pomocou dynamického menu

Ďalšou výhodou editora *Lambda* je, že spolupracuje s podporovanými čítačmi obrazoviek spôsobom, že tieto čítače obrazovky už neinterpretujú jednotlivé znaky ako v iných bežných editoroch, čiže napríklad dvojicu znakov // predstavujúcu začiatočnú značku pre zložený zlomok neinterpretujú ako: *lomka lomka*, ale ich správne interpretujú ako *začiatok zloženého zlomku*.

Učitelia nevidiacich študentov iste ocenia možnosť, že nevidiaci študent môže kedykoľvek svoj lineárnym spôsobom zapísaný príklad v editore *Lambda* zobraziť vidiacim prostredníctvom stlačenia jediného klávesu v štandardnej vizuálnej forme. To znamená, že kedykoľvek počas výpočtu môže pomocou stlačenia jediného klávesu otvoriť pomocné okno, kde je lineárny zápis (Obr. 4.3) nahradený klasickým zápisom vidiacich (Obr. 4.4). A teda všetky značky symbolov v *Lambda* kóde, ktoré sú zrozumiteľné pre čítače obrazovky, no nemusia byť zrozumiteľnými vizuálne, sú v tomto zobrazení nahradené ich štandardne používanými vizuálnymi symbolmi a v prípade potreby je tiež výraz prevedený do dvojrozmerného tvaru (zlomky, matice a pod.).



Obr. 4.3 Hlavné okno s rozpísaným príkladom v lineárnom Lambda kóde



Obr. 4.4 Podokno zobrazujúce príklad (Obr. 4.3) v štandardnom vizuálnom tvare

Keďže každý lineárny zápis vyžaduje od mnohých matematických štruktúr mať značky indukujúce ich začiatok, (niekedy aj strednú časť) a koniec danej štruktúry, nevidiaci používateľ si musí často pamätať pre jednu matematickú štruktúru dve alebo tri a v niekoľkých prípadoch až štyri značky. Editor *Lambda* uľahčuje svojim používateľom prácu tým, že pre vloženie ľubovoľnej ukončovacej značky existuje jediný príkaz, resp. klávesová skratka (to isté platí aj pre ľubovoľnú značku označujúcu strednú časť danej matematickej štruktúry). Používateľovi editora *Lambda* teda stačí ovládať iba jeden všeobecný príkaz, resp. klávesovú skratku na uzavretie štruktúry a editor *Lambda* za neho automaticky uzavrie správnu štruktúru podľa kontextu. Táto vlastnosť analogicky platí aj pre značky označujúce strednú časť danej štruktúry.

Čo sa týka výstupu, editor *Lambda* podporuje nasledovné možnosti:

1. Špecifický, ale upraviteľný 6- a 8-bodový braillovský kód

Používatelia v rôznych krajinách si môžu nadefinovať ich vlastné braillovské tabuľky, podľa ktorých sa budú nimi vytvorené výrazy konvertovať do *Braillovho písma*. Ako bolo spomínané vyššie, *Slovenský braillovský štandard* stále nepokrýva znaky vyššej matematiky, a tak je táto možnosť pre slovenského používateľa v súčasnosti ešte neaktuálnou.

2. Hlasový výstup

Matematické symboly sú vyslovované popisným jazykom.

3. Lineárny *Lambda* kód

Špecifický kód, v ktorom je každý braillovský znak reprezentovaný vizuálnym symbolom.

4. Vizuálne zobrazenie v štandardnej forme vidiacich

Stlačením jediného klávesu zobrazí používateľ aktívny výraz v klasickom vizuálnom zobrazení, t.j. v zobrazení aké používajú vidiaci pri práci s perom a papierom. Toto zobrazenie je získané pomocou konverzie *Lambda* kódu do jazyka *MathML* a následným zobrazením v okne prehliadača.

Kľúčové vlastnosti *Lambda* kódu:

1. Kompletnosť

Kód definuje všetky existujúce matematické symboly (adoptuje štandard *MathML*) a je možné do neho importovať aj dodatočné symboly.

2. Kompatibilita

Možnosť konverzie z a do iných matematických a braillovských formátov.

3. Transparentnosť pre vidiaceho

Efektívne porozumenie lineárneho *Lambda* kódu vidiacim je dosahované okrem iného aj tým, že jeho značky, ktoré nemajú ekvivalenty v štandardnom zápise (napr. koniec odmocniny) majú v *Lambda* kóde vďaka špeciálnemu fontu podobu, ktorá napovedá o ich význame.

Kľúčové vlastnosti editora *Lambda*:

1. Podpora braillovských vstupno/ výstupných zariadení aj hlasového výstupu.
2. Rýchlosť vkladania symbolov a značiek nenachádzajúcich sa na klávesnici.
3. Efektívna práca (čítanie, úprava, vytváranie) s výrazmi.
4. Nástroje na analýzu a porozumenie výrazov (práca so štruktúrami a blokmi).
5. Jednoduchá obsluha aj pre vidiacich.

4.2. POŽIADAVKY NA POUŽÍVATEĽA

Používateľ by mal mať pred začatím práce s editorom *Lambda* aspoň základné zručnosti práce s osobným počítačom a textovým editorom. Od nevidiaceho používateľa sa očakáva aj znalosť nadôležitejších klávesových skratiek používaných pri práci so súbormi a základna skúsenosť s používaním softvérov interpretujúcich obsah obrazovky (napr. *JAWS*) pomocou braillovského riadka, resp. hlasového výstupu.

4.3. LAMBDA A BRAILLOVO PÍSMO

Editor *Lambda* ponúka používateľovi možnosť zobraziť matematické výrazy v 6- a 8-bodových braillovských kódoch. Kým 6-bodový kód je väčšinou identický (sú v ňom akurát dodefinované chýbajúce symboly) s braillovským národným štandardom krajiny používateľa editora Lambda, 8-bodový kód má odlišností viac. Možnosť zobrazovať výrazy v 8-bodovom kóde bola do editora *Lambda* implementovaná z dôvodu, že v takomto kóde môže byť prakticky každý matematický symbol (resp. znak *Lambda* kódu) reprezentovaný jedným braillovským znakom. Tento kód sa ale kvôli jednoduchosti pre nevidiaceho používateľa snaží byť čo najpodobnejší 6-bodovej verzii.

Hoci *Lambda* kód je v každej jazykovej verzii editora rovnaký, braillovské zobrazenia ponúkané editorom závisia od krajiny (resp. jazykovej verzie editora).

V *Lambda* kóde bude napríklad zložený zlomok, ktorého čitateľ a menovateľ je tvorený viacerými prvkami (prípadne výrazmi), potrebovať tri značky na označenie:

- začiatku zlomku,
- zlomkovej čiary,
- ukončenia zlomku.

Tieto značky sú spravované systémom a v súbore uložené v jednotnom kóde nezávislom od jazykovej verzie editora *Lambda*. Na braillovskom riadku sa už ale zobrazia v norme krajiny, ktorej jazykovú verziu editora má používateľ nainštalovanú. Samozrejme textové popisy a výslovnosť asociovaná s hlasovým výstupom budú preložené do príslušného jazyka.

Na ukážku si zoberme príklad zloženého zlomku, ktorý používa tri braillovské znaky, ktoré majú priradený text vyslovovaný hlasovým výstupom. Tento text môže byť kvôli uľahčeniu zrozumiteľnosti mierne odlišný od názvu prvku.

Braillovská reprezentácia	**Braillovský kód**	**Názov prvku**	**Text čítaný hlasovým výstupom**
	12467	Začiatok zloženého zlomku	Zložený zlomok (resp. iba zlomok)
	47	Stredná značka zloženého zlomku	Zlomková čiara
	13458	Koniec zloženého zlomku	Koniec zlomku

Tab. 4.2 Braillovské kódy označujúce zlomok a ich zvukové ekvivalenty

A teda napríklad zlomok: $\frac{a+b}{a-b}$

bude mať v 8-bodovom braillovskom kóde reprezentáciu:

a hlasovým výstupom bude vyslovený ako:

"*Zložený zlomok a plus b Zlomková čiara a mínus b Koniec zlomku.*"

Keďže dostupných braillovských kombinácií (vyjadrených jedným 6-bodovým braillovským znakom) je menej ako potrebných matematických symbolov, niektoré matematické prvky sú v takýchto kódoch definované kombináciou dvoch braillovských znakov. Kvôli uľahčeniu zapamätania si značiek niektorých prvkov, resp. celých skupín prvkov sú viaceré skupiny prvkov (tiež v 8-bodových braillovských štandardoch) vytvárané pomocou prefixu pre danú skupinu, ku ktorému sú pridané čo možno najintuitívnejšie značky, ktoré sú nevidiacemu dobre známe.

V nasledujúcej tabuľke môže čitateľ vidieť kódy prvkov z oblasti *Teórie množín*, ktoré sú vytvárané pomocou prefixu pre *Teóriu množín* (kód 48) a pridania kódov základných aritmetických operátorov.

∪	Zjednotenie		Prefix pre *Teóriu množín* a znak pre sčítanie
/	Množinový rozdiel		Prefix pre *Teóriu množín* a znak pre odčítanie
⊂	Vlastná podmnožina		Prefix pre *Teóriu množín* a znak menšie ako
⊆	Podmnožina		Prefix pre *Teóriu množína* a znak menšie ako alebo rovné

Tab. 4.3 Braillovské kódy množinových operátorov

Hoci sú niektoré symboly v editore *Lambda* reprezentované viacerými braillovskými znakmi, treba si uvedomiť, že sú vždy považované ako jeden celok a teda sú vkladané, odstraňované, premiestňované a označované vždy spolu.

Hlasový výstup tiež vždy interpretuje názov prvku predstavovaný dvojicou braillovských znakov spolu (napr.: prečíta priamo "Zjednotenie" namiesto "Prefix pre Teóriu množín" a "Sčítanie").

4.4. VIZUALIZÁCIA VÝRAZOV PRE VIDIACICH

Editor *Lambda* zobrazuje na obrazovke matematický text v lineárnom kóde, ktorý korešponduje so zobrazením na braillovskom riadku. Symboly, ktoré nemajú grafickú reprezentáciu (napríklad koniec odmocniny) sú reprezentované špeciálne pre ne navrhnutými znakmi, aby podľa možnosti napovedali o význame symbolu.

Napríklad výraz:

$$\sqrt[3]{x+y}$$

sa v okne editora zobrazí v tvare: √3√x+y√

Vďaka kompatibilite *Lambda* kódu s jazykom *MathML*, dovoľuje editor zobraziť výraz zapísaný v *Lambda* kóde tiež v štandardnej vizuálnej forme, ktorú používajú vidiaci. Hoci táto vlastnosť neprináša výhodu pre nevidiacich, môže byť užitočnou v prípade, keď nevidiaci chce komunikovať o svojich výpočtoch s vidiacimi, ktorí nie sú s *Lambda* kódom oboznámení.

4.5. PRÁCA S BLOKMI

Dôležitou vlastnosťou editora *Lambda* je, že dokáže rozpoznať súvisiace začiatočné a ukončovacie značky štruktúr a poskytuje aj niekoľko nástrojov na prácu s nimi.

Vidiaci hneď pri prvom pohľade na výraz v štandardnom vizuálnom zobrazení:

$$\sqrt{\frac{(x+1)^2}{(x+1)(x-1)}+\frac{x^2}{x-1}}$$

vie, že sa jedná o výraz obsahujúci sčítanie dvoch zlomkov pod odmocninou.

Nevidiaci používateľ ale takúto informáciu hneď nemôže dostať. Vyššie uvedený výraz v lineárnom zápise (v tomto prípade *Lambda* kóde) má nasledovný tvar:

```
√(//(x+1)^2⁄(x+1)(x-1)\\+//x^2⁄x-1\\)
```

Aby používateľ zistil, čo všetko sa pod odmocninou nachádza musí prejsť výrazom znak po znaku od prvej až po jeho poslednú značku. Následne ak chce získať informáciu o zlomkoch pod odmocninou musí prejsť výrazom viacero krát, aby ho rozanalyzoval a získal kompletnú informáciu. Často analýza jednotlivých častí, resp. blokov výrazu predstavuje kritický problém pre nevidiacich študentov pri práci s matematikou.

Práve efektívna práca s blokmi lineárneho zápisu je jednou z kľúčových charakteristík editora *Lambda*.

Editor *Lambda* má schopnosť rozpoznať, ktoré začiatočné a ukončovacie značky matematických štruktúr patria k sebe a umožňuje používateľovi túto schopnosť využívať. Používateľ má napríklad možnosť celé súvisiace bloky naraz označovať a teda aj čítať, odstraňovať, kopírovať, premiestňovať a pod. bez rizika, že omylom niektorú časť bloku neoznačí, ako sa tomu mohlo stať pri sekvenčnom označovaní.

Editor *Lambda* ponúka tiež príkazy na alternatívne zobrazenie, ktoré skryje časti blokov v závislosti od úrovne vnorenia zvolenej používateľom, aby on mohol lepšie pochopiť štruktúru daného výrazu.

Čitateľ môže nižšie na troch riadkoch vidieť výraz pod odmocninou zobrazený v rôznych úrovniach vnorenia:

```
{//(x+1)^2/(x+1)(x-1)\\+//x^2/x-1\\}
{//()^2/()()\\+//x^2/x-1\\}
{//⁄\\+//⁄\\}
{}
```

Editor *Lambda* tiež ponúka používateľovi okrem skrývania častí blokov tiež možnosť nahrádzať skryté časti medzerami. Táto možnosť je užitočná v prípade, že používateľ chce získať informáciu o veľkosti jednotlivých nezobrazených blokov. Ukážku takéhoto zobrazenia môže vidieť čitateľ nižšie.

```
{//(x+1)^2/(x+1)(x-1)\\+//x^2/x-1\\}
{//(   )^2/(   )(   )\\+//x^2/x-1\\}
{//       /          \\+//   /   \\}
{                                 }
```

Takéto zobrazenie má za cieľ pomôcť nevidiacemu používateľovi si čo možno najrýchlejšie vytvoriť predstavu o štruktúre výrazu.

4.6. PREDCHÁDZANIE CHYBÁM A PROBLÉM S NÁJDENÍM CHÝB PRI VÝPOČTE

Pri práci s matematikou s využívaním počítačov si musí dávať študent obzvlášť pozor na preklepy. Ak sa na počítači vytvára bežný text, tak jednoduchý preklep vo vete (napr. slovo “Informácia“ chybne napísané ako “Infirmácia“) význam vety nezmení, no v prípade matematického textu, je väčšinou už jednoduchý preklep (napr. “x-1“ chybne zapísané ako “x+1“) kritický pre celý výpočet. Na predchádzanie takýmto chybám ponúka editor *Lambda* funkciu “echo“, ktorá zabezpečuje čítanie práve vkladaného prvku (pomocou klávesnice alebo panela nástrojov). Pre nevidiacich používateľov, ktorí z ľubovoľných dôvodov nepracujú s hlasovým výstupom, ponúka editor *Lambda* možnosť vkladať všetky matematické symboly iba pomocou numerickej časti klávesnice, čo im zamestnáva iba pravú ruku a teda títo používatelia môžu v tom istom čase ľavou rukou kontrolovať vkladaný text na braillovskom riadku.

Ďalším problémom pri práci s lineárnym textom a matematikou je, že nevidiaci študenti častokrát zabudnú uzatvoriť otvorenú štruktúru, resp. ju uzatvoria nevhodnou značkou. Pri zjednodušovaní výrazov (napr. keď je v menovateli zlomku 1), študenti tiež často zabudnú odstrániť všetky korešpondujúce značky (napr. odstránia iba zlomkovú čiaru, ale neodstránia začiatočnú a ukončovaciu značku zlomku).

Editor *Lambda* ponúka na vyhnutie sa vyššie menovaným chybám niekoľko nástrojov:

- Používateľ vkladá ukončovacie (resp. stredné) značky štruktúr jednotným príkazom a editor automaticky vloží príslušnú ukončovaciu (resp. strednú) značku v závislosti od kontextu.
- V prípade, že chce používateľ premiestniť kurzor do iného riadka skôr ako uzavrie všetky štruktúry v aktívnom riadku, tak ho na to editor upozorní a prechod do iného riadka mu neumožní.
- Pri práci s blokmi, editor *Lambda* dáva používateľovi možnosť vymazať súčasne otváraciu a uzatváraciu značku (príp. aj stredné značky) a teda predchádza problému, že používateľ niektorú z nich zabudne odstrániť, resp. odstráni nesprávnu značku.
- Editor *Lambda* ponúka tiež príkaz na kopírovanie (resp. dvojnásobné kopírovanie) riadka, v ktorom sa nachádza kurzor. Táto funkcia môže byť užitočná v prípade, že používateľ chce používať pri úpravách výrazov jeden riadok ako kontrolný.
- Skúsenejší používateľ môže v editore *Lambda* tiež vytvoriť zo série príkazov makro. Takémuto makru môže priradiť klávesovú skratku a následne ho používať pri práci v editore.

4.7. PRISPÔSOBITEĽNOSŤ EDITORA

Editor *Lambda* bol vytvorený pre študentov rôznych úrovní od základných škôl až po univerzity. Z tohto dôvodu editor *Lambda* umožňuje prispôsobiť svoje prostredie používateľovým potrebám. Aby používateľské prostredie pre základoškolákov bolo jednoduchšie ovládateľným, tak im môžu byť skryté jeho časti, ktoré nepoužívajú (napr. *Štatistika, Matematická analýza, Trigonometria*...). Naopak skúsený používateľ pracujúci so širokou paletou matematických prvkov a štruktúr môže mať zobrazené všetky funkcionality editora a môže si editor obohacovať o vlastné príkazy pomocou vytvárania makier. Tieto

makrá sú prenositeľné medzi počítačmi a teda môžu byť zdieľateľné viacerými používateľmi, čo im dáva možnosť si navzájom používateľské prostredie editora obohacovať.

4.8. UKÁŽKY VÝRAZOV ZAPÍSANÝCH V LAMBDA KÓDE

V tabuľke nižšie môže nájsť čitateľ porovnanie výrazov zapísaných v *Lambda* kóde so štandardným zápisom nevidiacich a tiež s bežným vizuálnym zápisom vidiacich.

Vizuálny zápis	Štandardný zápis nevidiacich	Lambda kód
$\int_a^b f(x)\,dx$	`Int[a;b] f(x) dx`	∫a□b↾f(x)∂x
$\frac{x^{2^{3n+2}}}{2x}+y$	`x**2**(3*n+2)/2*x+y`	//x^2↑3n+2↑↾2x\\+y
$\forall v_i . w_{(i+1)}$ $v_i \to w_{(i+1)} \vee s \to v$	`Al vi,w(i+1;)` `vi -> w(i+1;) 'v s -> v`	∀v□i, w□(i+1) v□i→w□(i+1)∨s→v

$\Sigma_{n=1}^{5} x_n = x_1 +$
$x_2 + x_3 + x_4 + x_5$
	`Sum[n=1;5] x(n;) = x(1;)`
	`+ x(2;) + x(3;) + x(4;)`
	`+ x(5;)`
		⊟Sn=1□5↾x□n=x□1+
		x□2+x□3+x□4+x□5

$\Sigma_{n=1}^{k^2} x_n$	`Sum[n=1;k**2] x(n;)`	⊟Sn=1□k^2↾x□n
$\lim_{x\to\infty} \frac{x^3}{x-2}$	`lim[n->'%;] x**3/(x-2)`	limx→∞↾//x^3∤x-2\\
$x \in (-\infty, 1/n]$	`x@(-'%, -1/n]`	x∈(-∞, 1/n]
$x \in \mathbb{R} \quad \forall n \in \mathbb{N}$ $x \in D(f_n)$	`x@R; Al n@N :` `x@D(f(n;))`	x∈▯R ∀n∈▯N x∈D(f□n)
$a \in \cap_{n=1}^{\infty} D(f_n)$	`a@Inter[n=1;'%] D(f(n;))`	a∈⊟*n=1□∝↾D(f□n)

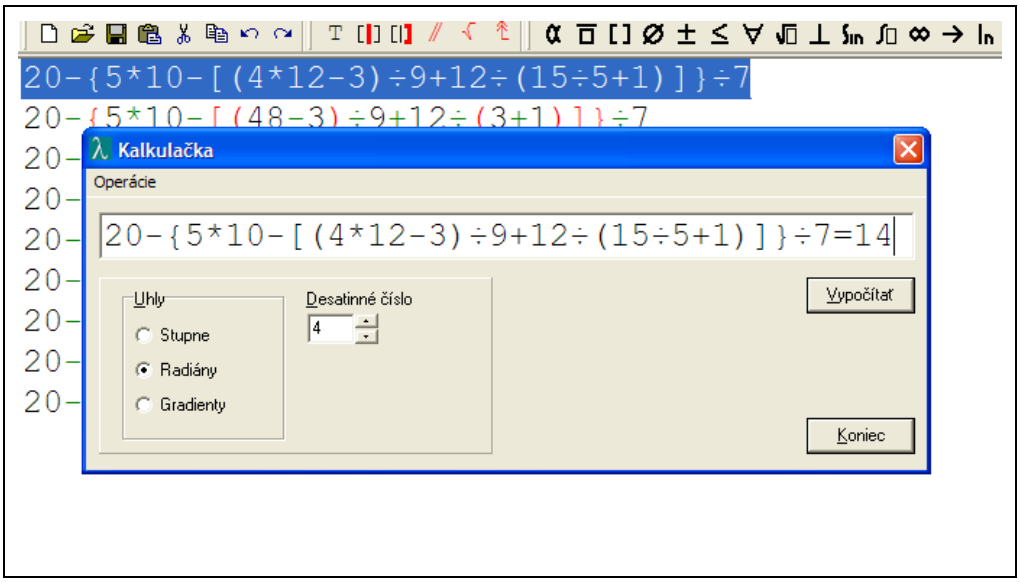
$\exists v_{(i+1)}$
$v_i \to v_{(i+1)} \wedge$
$w_{(i+1)} \to v_{(i+1)}$
	`Ex v(i+1;):`
	`vi ->v(i+1;) '&`
	`w(i+1;) -> (i+1;)`
		∃v□(i+1)
		v□i→v□(i+1)∧
		w□(i+1)→v□(i+1)

Tab. 4.4 Ukážky rôznych druhov zápisov matematických výrazov

4.9. VÝHODY A NEVÝHODY EDITORA LAMBDA

Výhody editora *Lambda*:

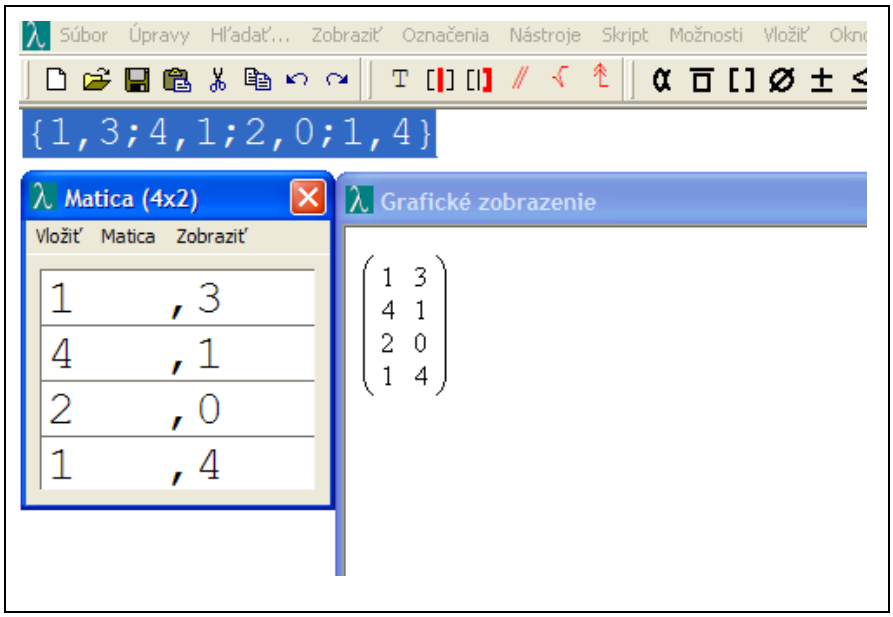
- Efektívne vkladanie matematických prvkov ako sú integrály, limity, grécke písmená, exponenty, goniometrické výrazy...
- Zreteľnosť a jasnosť zápisu vďaka jeho štruktúrovanosti (okrem iného umožňuje rýchlo nájsť chyby).
- Integrovaná vedecká kalkulačka.



Obr. 4.5 Integrovaná vedecká kalkulačka editora Lambda

- Viaczásobníková schránka pamäte.
- Stále označenia a práca s blokmi.
- Zrozumiteľnosť aj pre vidiaceho učiteľa alebo spolupracovníka, ktorý nemusí mať so zápismi matematiky nevidiacich.
- Podpora najrozšírenejšieho čítača obrazovky na Slovensku (*JAWS*).
- Prístup k väčšine funkcií cez ľubovoľnú z troch možností:
    - dynamické menu,
    - panel nástrojov,
    - klávesové skratky.
- Efektívna práca so štruktúrami výrazov.

- Možnosť definovania používateľských profilov.
- Pri dvojrozmerných matematických štruktúrach, ako sú napr. matice a sústavy rovníc, dáva editor *Lambda* používateľovi možnosť pracovať s nimi ako v lineárnom tak aj v dvojrozmernom zobrazení.



Obr. 4.6 Matica v lineárnom, dvojrozmernom a vizuálnom zobrazení

Nevýhody editora *Lambda*:

- Nevýhodou zostáva, že pre konverziu *Lambda* kódu do vizuálneho zápisu vidiacich, musí mať používateľ na počítači nainštalovaný niektorý z pluginov podporujúcich jazyk *MathML*, akými sú napr.: *MathPlayer* alebo *TechExplorer*. (Oba pluginy sú bezplatne k dispozícii na Internete.)
- Ďalšou nevýhodou je nekompatibilita s viacerými čítačmi obrazovky. Aktuálna verzia editora *Lambda* je podporovaná tromi čítačmi obrazovky: *JAWS*, *Windows Eyes* a *Hall*.
- V počiatočných kontaktoch s editorom *Lambda* v *Podpornom centre* sme ako dve najväčšie nevýhody pociťovali:
    - Nemožnosť komunikácie so skúseným používateľom tohto editora.
    - Neprístupnosť slovenskej jazykovej verzie.

  Tieto dve nevýhody ale už nie sú pre slovenského používateľa relevantné.

4.10. POUŽÍVATEĽSKÉ PROSTREDIE EDITORA

Používateľské prostredie editora *Lambda* je podobné používateľským prostrediam bežných textových editorov. Nachádzajú sa v ňom štandardné príkazy na prácu so súborom a textom (otvoriť, zavrieť, uložiť, tlačiť, označiť, kopírovať, vložiť atď.). Všetky štandardné operácie sú v editore *Lambda* vykonávané analogicky ako v bežnom textovom editore.

Špecifická vlastnosť editora *Lambda* je možnosť premiestniť kurzor na ľubovoľnú pozíciu v pracovnej ploche, hoci táto pozícia môže byť už mimo doposiaľ editovaného textu.

Príklad:

```
a+1
ab+a+2
```

Ak je kurzor umiestnený na pozícii čísla 2 v druhom riadku, tak sa v bežnom editore po stlačení klávesu *Šípka hore*, premiestni na koniec predchádzajúceho riadka a síce na pozíciu za číslo 1.

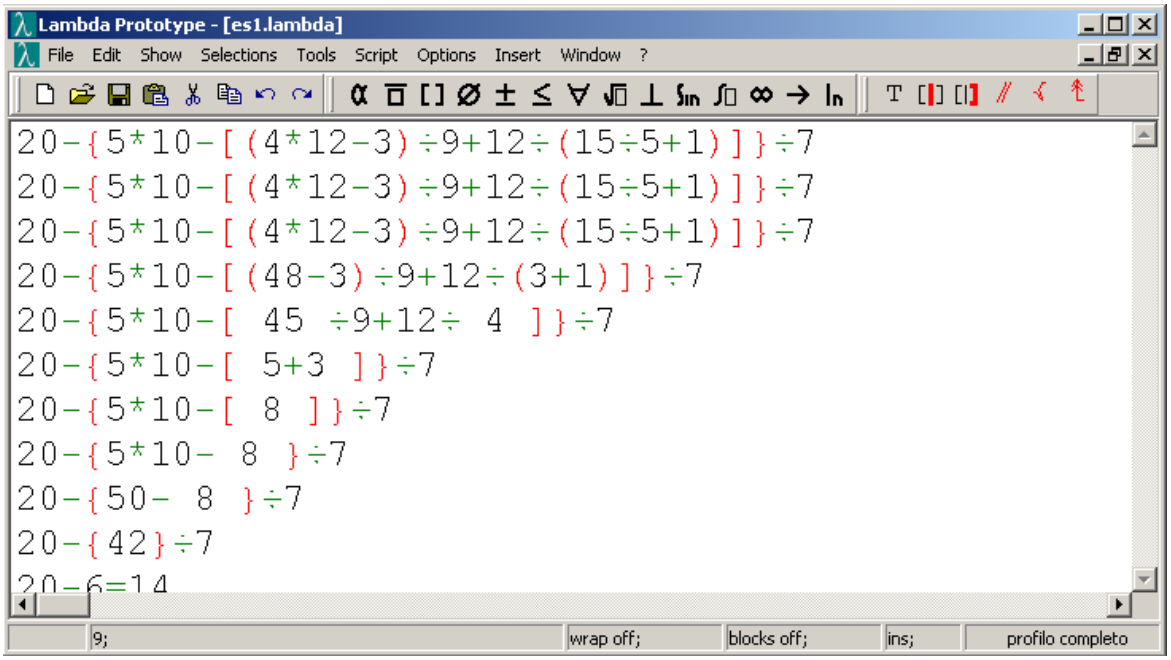
```
a+1_
ab+a+2
```

V editore *Lambda* sa naopak premiestni presne nad pozíciu, na ktorej sa nachádzal pred stlačením šípky, hoci táto pozícia už bola mimo doposiaľ editovaného textu.

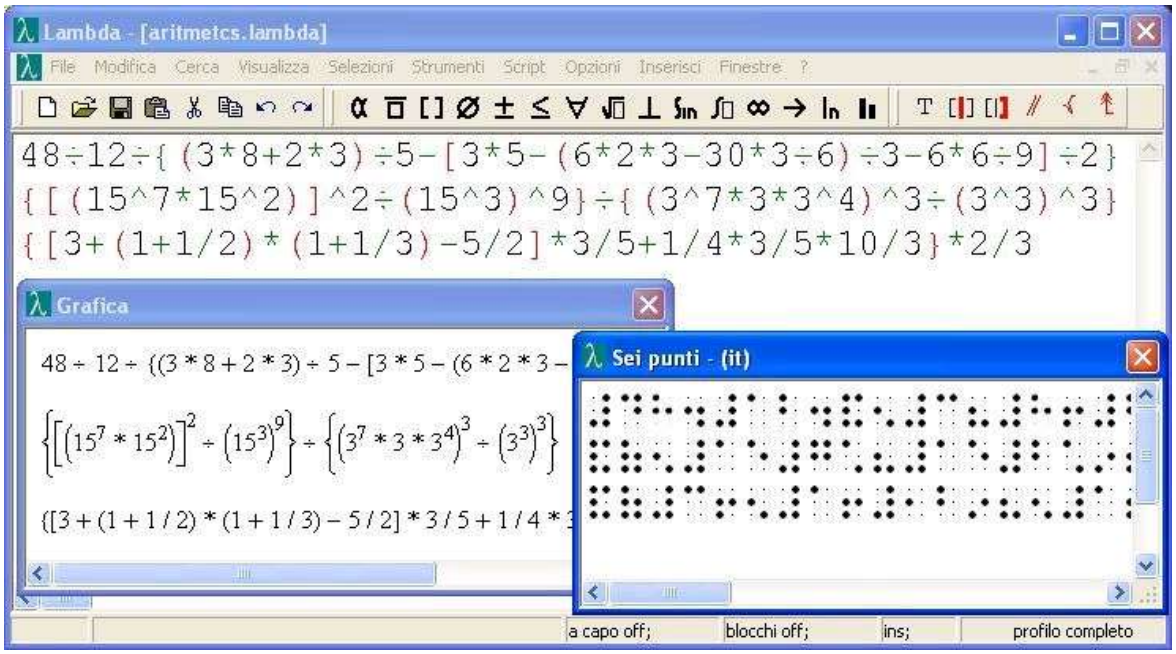
```
a+1   _
ab+a+2
```

Tento spôsob pohybovania kurzora poskytuje používateľovi možnosť pristúpiť na všetky pozície pracovnej plochy, čo môže byť pri práci s matematikou (a braillovskými zariadeniami) veľkou výhodou.

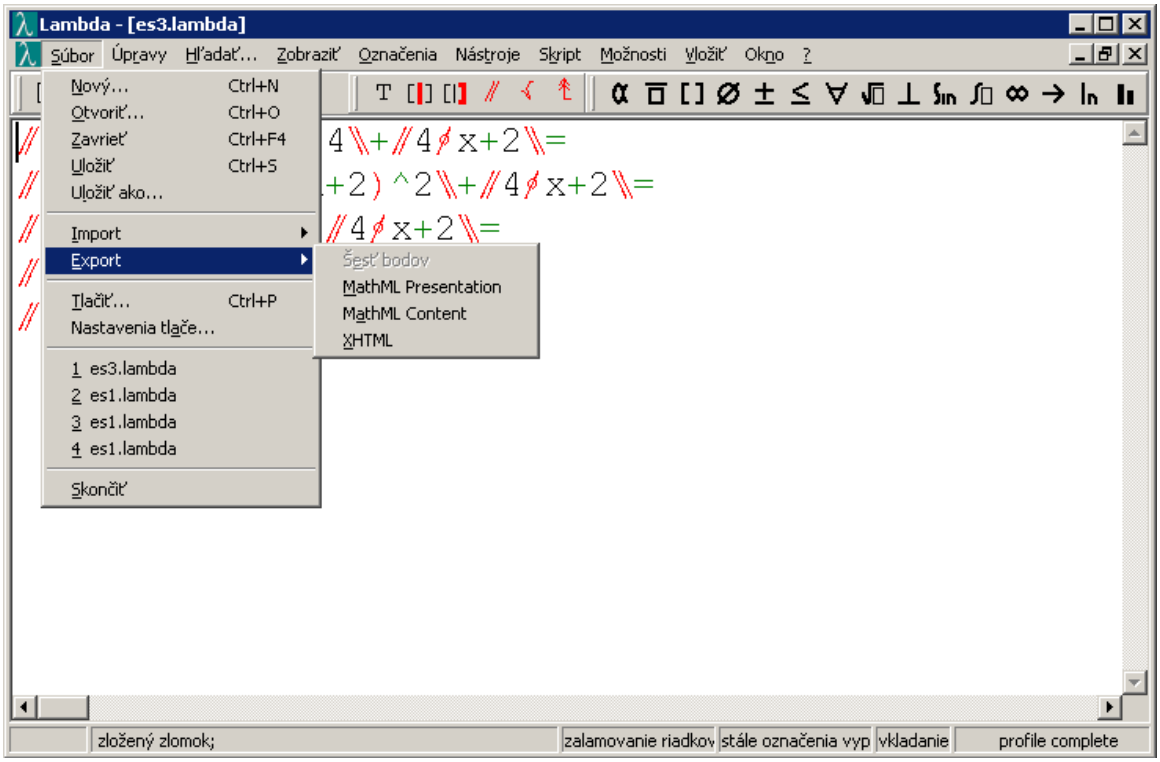
Ukážky používateľského prostredia:



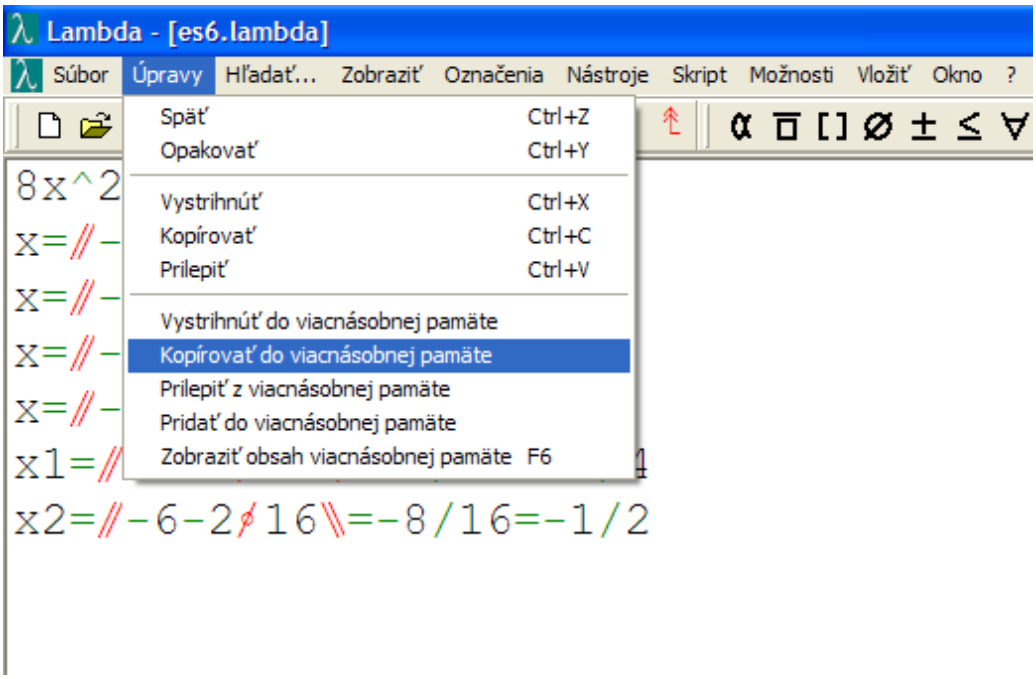
Obr. 4.7 Hlavné okno editora Lambda s rozpísaným príkladom



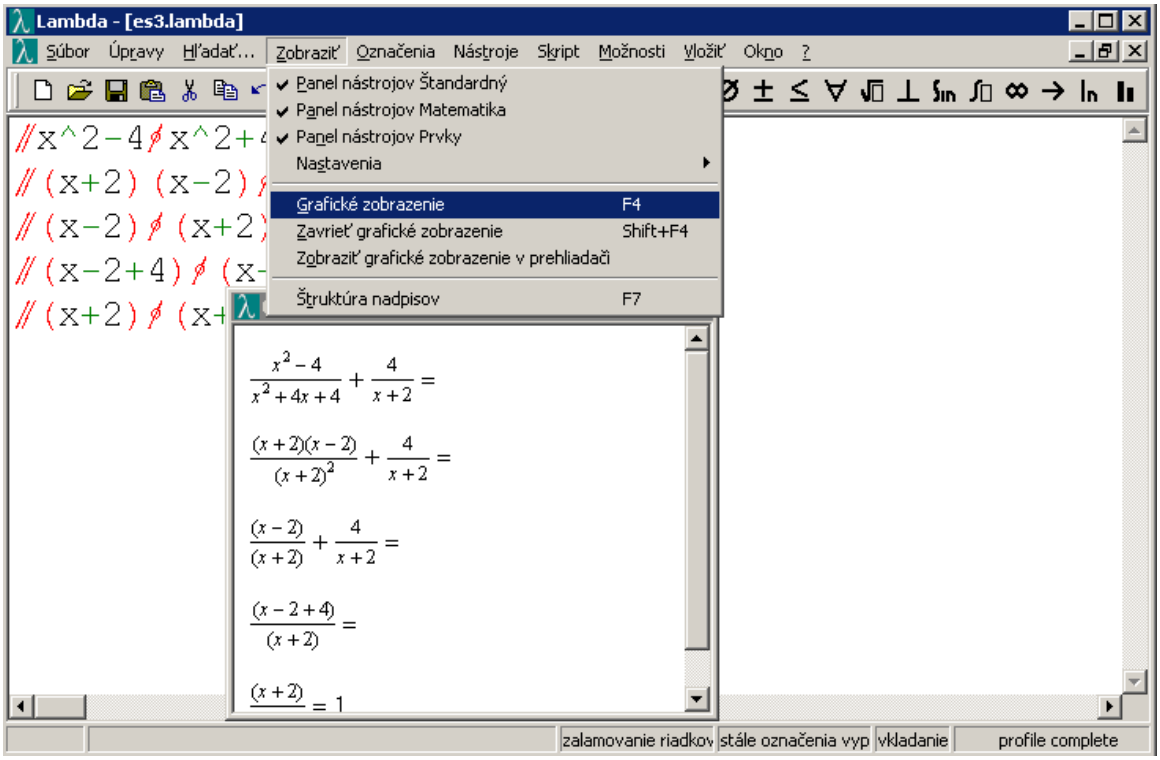
Obr. 4.8 Hlavné okno editora Lambda a podokná pre vizuálne zobrazenie a braillovskú reprezentáciu výrazu (pripravené na tlač na Braillovskej tlačiarni)



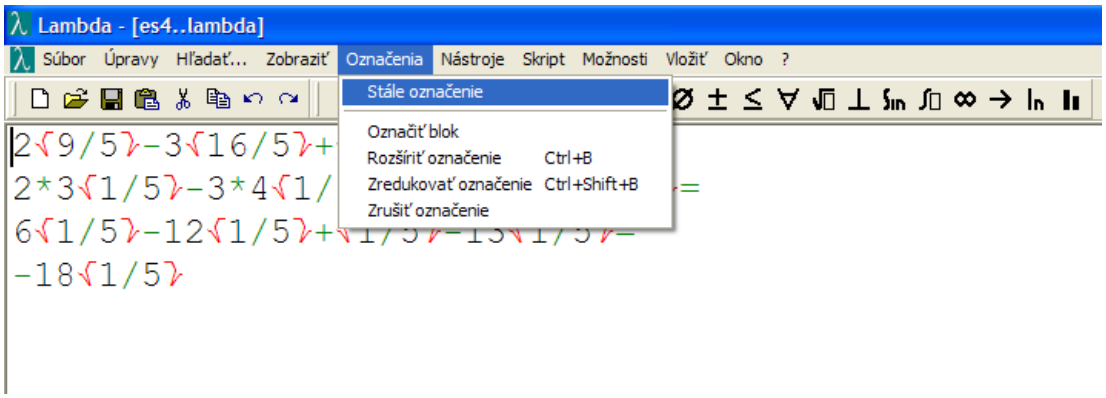
Obr. 4.9 Hlavné okno editora Lambda s rozbalenou ponukou Súbor



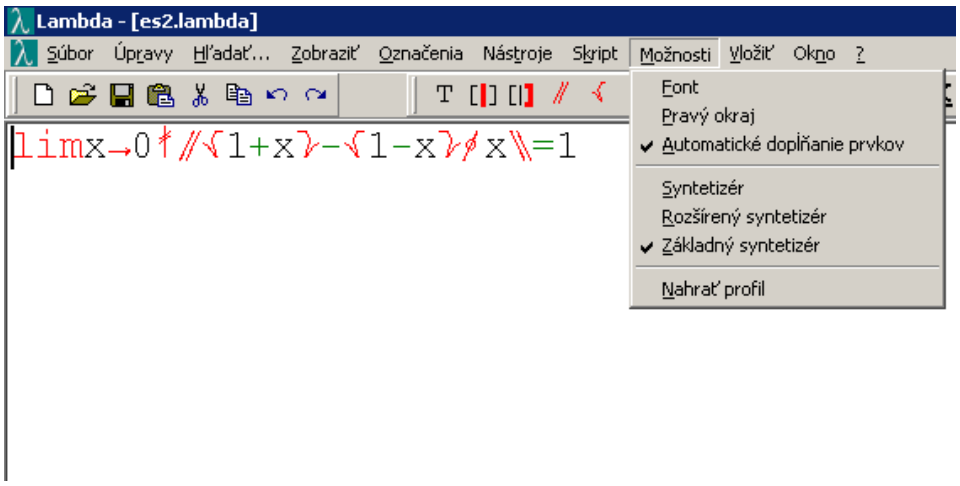
Obr. 4.10 Hlavné okno editora Lambda s rozbalenou ponukou Úpravy



Obr. 4.11 Hlavné okno editora Lambda s rozbalenou ponukou Zobraziť



Obr. 4.12 Hlavné okno editora Lambda s rozbalenou ponukou Označenia



Obr. 4.13 Hlavné okno editora Lambda s rozbalenou ponukou Možnosti

4.11. LOKALIZÁCIA EDITORA LAMBDA

4.11.1. POTREBA SLOVENSKEJ VERZIE EDITORA LAMBDA

Keďže počas prvého kurzu organizovaného pre nevidiacich študentov sme za najväčšiu prekážku v používaní editora *Lambda* považovali nedostupnosť slovenskej jazykovej verzie, tak sme sa po viacerých diskusiách v *Podpornom centre*, rozhodli, že sa pokúsime editor *Lambda* do slovenského jazyka lokalizovať.

4.11.2. TVORBA ŠPECIFICKÉHO SOFTVÉRU

Ešte pred začatím prekladania editora *Lambda*, sme prostredníctvom *Podporného centra* požiadali o oficiálne povolenie k lokalizácii vývojársky tím *Lambda projektu*.

Môžeme konštatovať, že pri samotnom prekladaní softvéru sa nevyskytli vážnejšie problémy. Preklad textov používateľského prostredia si vyžadoval znalosti slovenských ekvivalentov termínov nachádzjúcich sa v originálnej verzii a základné znalosti práce s jazykovými súbormi k bežným softvérom.

Niekoľko problémov vyšlo na povrch, keď vývojársky tím obnovoval originálnu verziu editora a my sme kvôli chýbajúcej dokumentácii neboli vždy upovedomení o častiach editora, ktoré boli menené.

Neoceniteľnou výhodou pri tvorbe slovenskej verzie editora *Lambda* bolo, že *Podporné centrum* navštevuje viacero skúsených používateľov softvérov určených pre nevidiacich používateľov, ktorí sa počas vývoja lokalizovanej verzie editora ochotne podieľali na jej testovaní.

4.11.3. TESTOVANIE SLOVENSKEJ VERZIE S NEVIDIACIMI ŠTUDENTMI

Počas vývoja slovenskej verzie editora *Lambda* sme zorganizovali v *Podpornom centre* viaceré kurzy s nevidiacimi študentmi základných a stredných škôl z celého Slovenska. Cieľom týchto kurzov bolo okrem zoznámenia študentov s prostredím editora *Lambda* a nadobudnutia zručností umožňujúcich im efektívnu prácu v ňom, aj testovanie vyvíjajúcej sa slovenskej verzie. Môžeme konštatovať, že stretnutia s nevidiacimi študentmi splnili svoj účel a majú vysoký podiel na úspešnom dokončení slovenskej verzie tohto editora, ktorý, ako sa ukázalo, má potenciál dopomôcť integrácii nevidiacich študentov na "bežných" základných

a stredných školách ako aj zefektívniť im prácu s matematikou počas vysokoškolského štúdia resp. v zamestnaní.

4.11.4. PODPORA POUŽÍVATEĽOV LAMBDY NA SLOVENSKU

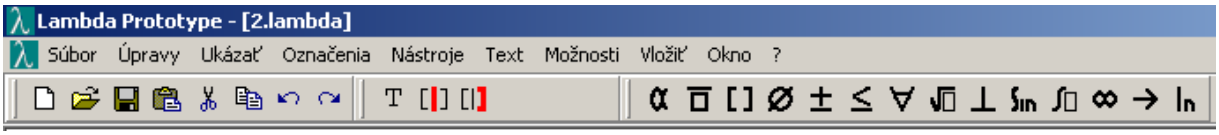
Už počas vývoja slovenskej verzie editora *Lambda* a organizovaní prvých kurzov sme pre účastníkov týchto kurzov (nevidiacich študentov a ich učiteľov matematiky) vytvorili tzv. Mailing-list, prostredníctvom ktorého nás mohli jeho členovia informovať o ich problémoch pri používaní editora *Lambda* a my ich mohli spätne informovať o ich riešeniach, ako aj o aktualitách týkajúcich sa tohto editora a kurzoch zaoberajúcich sa aktivitami v ňom.

Po ukončení vývoja slovenskej verzie editora *Lambda* sme nechali tento Mailing-list i naďalej aktívnym, aby sme mohli poskytnúť stálu podporu aj novým používateľom tohto editora a umožniť jeho existujúcim používateľom rýchlu a efektívnu vzájomnú komunikáciu.

4.11.5. ZHRNUTIE

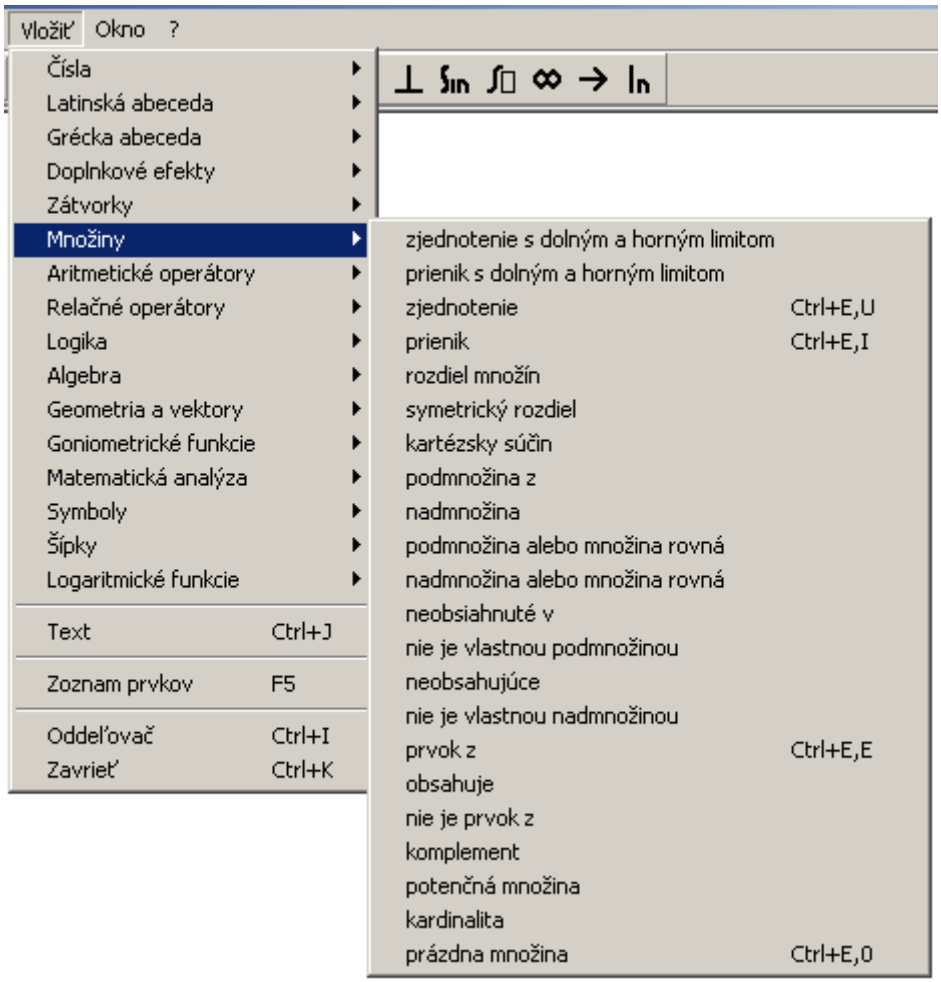
Jazyková adaptácia editora *Lambda* nebola bohužiaľ kvôli stálemu vývoju a obnovovaní originálnej verzie editora bez prekážok. Okrem iného, vývoj softvéru určený špecifickým skupinám, medzi ktoré patria aj nevidiaci používatelia, vyžaduje špecifický prístup. Aj kvôli takýmto vlastnostiam softvérov určených pre zdravotne postihnutých používateľov je testovanie s používateľmi, pre ktorých má byť softvér určený o to dôležitejšie.

4.11.6. UKÁŽKY SLOVENSKÉHO POUŽÍVATEĽSKÉHO PROSTREDIA

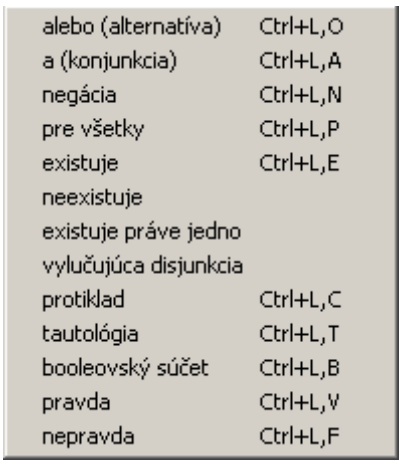


Obr. 4.14 Menu editora Lambda v slovenskom jazyku

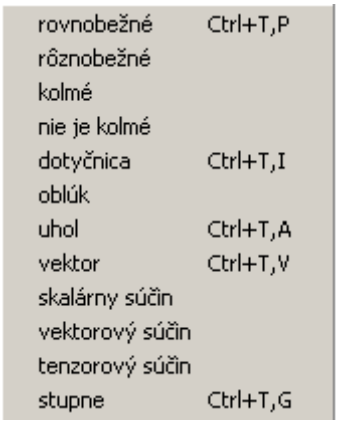
Ukážky vybraných možností vkladania matematických symbolov pomocou menu:



Obr. 4.15 Otvorené menu Vložiť a podmenu Množiny



Obr. 4.16 Podmenu Vložiť / Logika



Obr. 4.17 Podmenu Vložiť / Geometria

4.12. ZHRNUTIE

Editor *Lambda* je v prvom rade nástroj na zefektívnenie práce nevidiacich s matematikou. Tento nástroj nie je určený na zmenu spôsobu vyučovania matematiky nevidiacich, no môže mať vplyv na didaktiku matematiky nevidiacich podobne ako má vplyv na didaktiku mnohým predmetov používanie počítačov a informačných technológií. Záujemcovia môžu získať skúšobnú verziu editora, resp. zakúpiť si jeho plnú verziu na Internetovej stránke:

http://www.veia.it

V prípade potreby pomoci sa môže záujemca o editor *Lambda* na Slovensku obrátiť tiež na *Podporné centrum*, ktoré mu je schopné so zaobstaraním si tohto editora pomôcť.

Stále ostáva otvorených niekoľko problémov, ktoré veríme, že nájdu v skorej budúcnosti vďaka informačným technológiám tiež riešenia, napr. práca s grafikou pri štúdiu funkcií, resp. prístupnosť matematiky pre slabozrakých so zvyškami zraku.

Veríme, že veľmi nápomocná pri vytváraní technologických nástrojov prinášajúcich pomoc nevidiacim študentom je rozvíjajúca sa spolupráca medzi tvorcami týchto pomôcok, nevidiacimi a ich pedagógmi.

5. KURZY S EDITOROM LAMBDA

5.1. HLAVNÁ MYŠLIENKA

Počas uplynulých troch rokov sme v *Podpornom centre* zorganizovali jeden dlhodobý a štyri intenzívne kurzy pre nevidiacich študentov základných a stredných škôl s hlavným cieľom oboznámiť ich s editorom *Lambda* a demonštrovať, ako by im mohol zefektívniť prácu s matematikou.

Okrem práce s nevidiacimi študentmi sme pokladali za potrebné rozvinúť spoluprácu aj s ich učiteľmi matematiky. Prax ukazuje, že učitelia bežných škôl sa necítia byť na prácu s nevidiacimi študentmi dostatočne pripravení a záujem učiť sa pracovať s pomôckami svojich nevidiacich študentov je z rôznych dôvodov nízky. Preto sme sa rozhodli zorganizovať tiež seminár určený pre pedagógov (prioritne učiteľov matematiky bežných škôl, ktorí majú v triedach nevidiacich študentov). Seminár s názvom *Prístupnosť matematiky nevidiacim*, s podrobnou prezentáciou editora *Lambda* a metodikou sprístupňovania vybraných častí stredoškolskej matematiky nevidiacim, sa konal vo februári 2008.

5.2. CIELE

Počiatočným hlavným cieľom organizovania kurzov s editorom *Lambda* bolo testovanie použiteľnosti tohto editora v podmienkach slovenských nevidiacich študentov, no s vývojom editora *Lambda* a organizovaním kurzov pre nevidiacich študentov sa vyvíjali aj naše ciele. Prvý kurz si kládol za cieľ zoznámiť nevidiacich žiakov zo *Základnej školy internátnej pre slabozrakých a nevidiacich na Svrčej ulici v Bratislave* s editorom *Lambda* (v tom čase iba jeho anglickým prototypom). Následne sme si kládli za cieľ ukázať im výhody používania editora *Lambda* pri práci s matematikou. Po pozitívnej odozve zo strany nevidiacich študentov na prvý kurz s editorom *Lambda*, no zároveň aj kritike neprístupnosti slovenskej verzie, sme si stanovili za cieľ editor *Lambda* do slovenčiny lokalizovať a počas nasledujúcich kurzov jeho lokalizovnú verziu tiež testovať. Počas všetkých týchto kurzov sme sa snažili monitorovať situáciu používania *Braillovho písma* slovenskými nevidiacimi študentmi pri práci s matematikou a ostatnými prírodnými vedami. Zatiaľ posledný nami organizovaný kurz pre nevidiacich študentov sa konal v novembri 2007 a mal za cieľ oboznámiť jeho účastníkov so spoluprácou editora *Lambda* s braillovskými riadkami.

Po organizovaní prvých troch kurzov s nevidiacim študentmi, nasledoval ako ďalší krok organizovanie seminára pre ich učiteľov. Cieľom tohto seminára bolo diskutovať o spolupráci medzi nevidiacim študentom a jeho vidiacim učiteľom, resp. spolupracovníkom. Počas tohto seminára sme sa tiež snažili oboznámiť učiteľov nevidiacich študentov s lineárnym spôsobom zápisu matematických výrazov a prácou v editore *Lambda*. Ďalším cieľom tohto seminára bolo oboznámiť zúčastnených pedagógov s výhodami, ktoré prináša používanie editora *Lambda* pre vidiacich.

5.3. PROBLÉMY A PREKÁŽKY

Ako každá práca podobného typu, tak ani organizovanie kurzov s editorom *Lambda* sa nezaobišlo bez niekoľkých menších probémov a komplikácii. Medzi takéto problémy patrilo pri prvých kurzoch napr. používanie iba skúšobnej verzie editora *Lambda* a nemožnosť komunikácie so skúseným používateľom. Takmer všetky problémy sa nám postupom času podarilo vyriešiť, no niektoré, ako napr. slovenský národný braillovský štandard nedefinujúci symboly "vyššej" matematiky, tvoria komplikácie až do dnešnej doby.

Počas organizovania seminára pre učiteľov matematiky nevidiacich študentov sme zistili ďalšie prekážky v používaní editora *Lambda* na slovenských školách. Takýmto problémom je napr. nízka informatická gramotnosť značnej časti súčasných učiteľov a tiež nezvyk pracovať s lineárnymi spôsobmi zápisu matematických výrazov.

5.4. ZHRNUTIE

Vďaka kurzom s editorom *Lambda* sme zistili, že väčšina nevidiacich študentov v základo- a stredoškolskom veku v súčasnosti uprednostňuje pri práci s počítačom používať čítač obrazovky v kombinácii s hlasovým výstupom pred braillovským riadkom. Tieto kurzy boli pozitívne aj kvôli skutočnosti, že sme počas nich mali možnosť zistiť niekoľko problémov v lokalizovanej, ako aj v originálnej verzii editora *Lambda* a tiež vytvoriť *Používateľskú príručku* pre jeho začínajúcich slovenských používateľov. Môžeme teda konštatovať, že vyššie opísané kurzy splnili svoj účel a majú dôležitý podiel na úspešnom vytvorení slovenskej verzie editora *Lambda*, ktorý predstavuje významný prínos smerom k uľahčeniu práce s matematikou slovenským nevidiacim, a teda má okrem iného potenciál dopomôcť integrácii nevidiacich študentov na bežných školách všetkých stupňov.

5.5. PLÁNY DO BUDÚCNOSTI

V súčasnosti moniturujeme situáciu používania editora *Lambda* na Slovensku a pracujeme na *Metodickej príručke*, ktorá by mohla byť vhodnou pomôckou učiteľa nevidiacieho študenta pracujúceho s týmto editorom. Našim hlavným cieľom je umožniť čo možno najväčšiemu počtu slovenských nevidiacich študentov a ich učiteľov aktívne používať editor *Lambda*. Plánujeme tiež pokračovať v tradícii organizovania kurzov tak pre nevidiacich študentov, ako i pre ich učiteľov. Dlhodobým cieľom týchto kurzov bude i naďalej sprístupnenie matematiky pre nevidiacich a uľahčenie vzájomnej spolupráce nevidiacich s vidiacimi pri práci s matematikou.

5.6. INFORMÁCIE O JEDNOTLIVÝCH KURZOCH

5.6.1. PRVÝ KURZ: TESTOVANIE ANGLICKÉHO PROTOTYPU

5.6.1.1. ZÁKLADNÉ ÚDAJE

Prvý kurz organizovaný *Podporným centrom* s účelom oboznámenia nevidiacich študentov s editorom *Lambda* bol dlhodobého charakteru a konal sa na jar 2006. Bol organizovaný pre šiestich žiakov deviateho ročníka *Základnej školy internátnej pre slabozrakých a nevidiacich na Svrčej ulici v Bratislave*. Zo žiakmi sme sa sa stretávali raz týždenne po dobu troch mesiacov. Kvôli bezpečnosti žiakov a časovej efektivite sa jednotlivé stretnutia konali v ich školskej učebni informatiky.

Hlavným zámerom organizovania prvého kurzu bolo otestovať využiteľnosť a efektivitu editora *Lambda* v podmienkach slovenských základných, resp. stredných škôl a zistiť, či by tento editor mohol byť užitočnou pomôckou pre nevidiacich študentov a ich učiteľov pri štúdiu a vyučovaní matematiky.

5.6.1.2. PRIEBEH KURZU

S používateľským rozhraním editora *Lambda* sa účastníci kurzu zoznámili v pomerne krátkom čase (Obr. 5.1, Obr. 5.2 a Obr. 5.3). Keďže každý z nich mal v čase konania kurzu za sebou už prvé kroky práce s osobným počítačom, tak im samotné "pohybovanie sa" v prostredí editora nerobilo takmer žiadne problémy, ale práve naopak, rýchlo sa v ňom

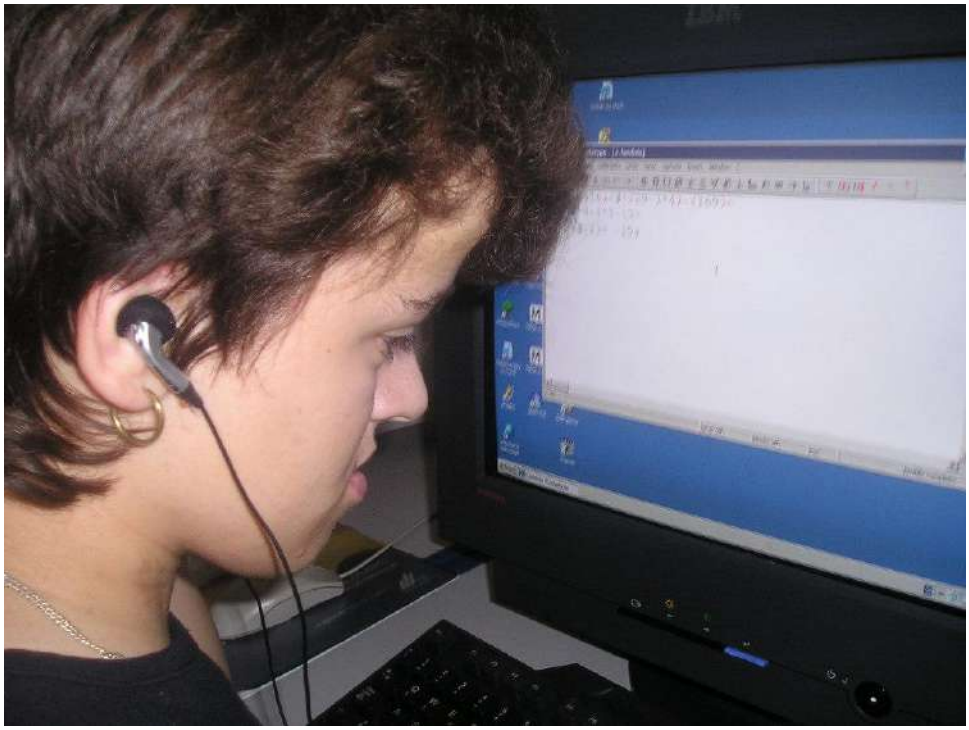
udomácnili. Už na prvých hodinách sa stihli oboznámiť so základnými matematickými zápismi čísel, premenných, zátvoriek, mocnín, zlomkov, a podobných matematických symbolov.

Hoci bol tento kurz prvým, ktorý sme viedli za účelom oboznámenia jeho účastníkov s editorom *Lambda*, so žiadnymi závažnými technickými problémami sme sa nestretli. Nevýhodou bolo, že sme v čase konania kurzu nemohli kontaktovať žiadneho „skúseného“ používateľa tohto editora, kedže sme boli prvými, kto ho na Slovensku začal používať.

Výhodou bolo, že sme sa na jednotlivých stretnutiach stretávali dvaja až traja pedagógovia s relatívne malou skupinou žiakov, a tak sme mohli študentom poskytnúť skutočne individuálny prístup.

Obr. 5.1 Účastníci prvého Lambda kurzu

Obr. 5.2 Zoznamovanie sa s prostredím editora Lambda



Obr. 5.3 Prezeranie okna editora Lambda pomocou hlasového výstupu

5.6.1.3. ZHRNUTIE

Aj keď z časových dôvodov nebolo možné preniknúť účastníkom prvého kurzu do práce s editorom *Lambda* veľmi hlboko, každý z nich sa stihol oboznámiť s jeho prostredím ako aj s čítaním, úpravou a vytváraním výrazov v ňom obsahujúcich všetky im dovtedy známe matematické symboly.

5.6.2. DRUHÝ KURZ: TESTOVANIE SLOVENSKEJ BETA VERZIE

5.6.2.1. ZÁKLADNÉ ÚDAJE

Kurz sa konal v piatok 14. septembra 2007 v priestoroch *Podporného centra*. Zúčastnili sa ho traja integrovane študujúci študenti rôznych ročníkov gymnázií. Všetci traja sa zúčastnili aj na predchádzajúcom kurze ktorý sa konal na jar 2006 ešte s pôvodnou (anglickou) verziou editora *Lambda*. S vedomím tejto skutočnosti sme vychádzali už pri plánovaní a príprave kurzu slovenskej verzie tohto editora. Kvôli vzdialenosti bydlísk a škôl jednotlivých účastníkov, sme sa rozhodli pre jednorazovú intenzívnu formu kurzu a teda podobne ako aj pri ďalších kurzoch, sme naň vyhradili jeden celý deň.

5.6.2.2. PRIEBEH KURZU

V prvej fáze kurzu si účastníci pripomenuli základné funkcie editora a základné princípy práce v ňom. Absolvovali cvičenia zamerané na pripomenutie a upevňovanie vedomostí (nadobudnutie rutiny), ktoré nadobudli na predchádzajúcom kurze. Editor pracuje s veľkým množstvom symbolov, ktoré sa nenachádzajú na štandardnej klávesnici, a preto obsahuje sofistikovaný systém na ich zadávanie. Tento spôsob je síce intuitívny, no jeho zvládnutie si vyžaduje niekoľko hodín intenzívneho precvičovania. Toto bolo realizované cielene navrhnutými matematickými príkladmi, ktoré účastníci prepisovali do editora a následne riešili.

Od realizácie predchádzajúceho kurzu vývojári programu pridali do editora aj niekoľko nových funkcií (podpora systémov rovníc, matice...). Ďalším našim cieľom teda bolo oboznámiť účastníkov s týmito novými funkciami a umožniť im vyskúšať si ich praktické použitie. Toto bolo realizované popisom týchto funkcií, po ktorom si ich použitie vyskúšali na viacerých príkladoch. Mnohé funkcie však nebolo možné aplikovať pretože sú určené pre používateľov, ktorí pracujú s "vysokoškolskou" matematikou.

Po organizovaní prvého kurzu sme sa rozhodli používateľské prostredie editora lokalizovať do slovenského jazyka. Cieľom tohto kurzu bolo tiež vyskúšať jeho funkčnosť v kombinácii s technológiami ktoré sa používajú v našich podmienkach a nájsť, prípadne aj opraviť možné chyby, ktoré vznikli pri preklade (terminologické, sémantické, a pod.). Ukázalo sa, že editor by bol pre slovenských nevidiacich študentov pri práci s matematikou už i v danom stave výraznou pomôckou. Odhalili sme niekoľko chýb a nedostatkov, ktorých korekcie sme následne zapracovali a neraz tiež konzultovali s autormi originálnej verzie softvéru.

Editor *Lambda* v danom stave neobsahoval podporu slovenskej normy zápisu matematických prvkov v *Braillovom písme* (ktorá mimochodom definuje iba menšiu časť znakov "vyššej" matematiky). Zamerali sme sa preto aj na zisťovanie stavu, nakoľko sú súčasní nevidiaci študenti na Slovensku zvyknutí používať na prírodovedných predmetoch *Braillovo písmo* a nakoľko sa spoliehajú len na výstup sprostredkovaný čítačom obrazovky v kombinácii s hlasovým výstupom. Účastníci zjavne uprednostňovali hlasový výstup, vzorka však pre definitívny záver nebola dostatočne veľká a navyše účastníci tohto kurzu dovtedy nemali takmer žiadne skúsenosti s "vyššou" matematikou.

5.6.2.3. ZÁVER

Kurz bol bezpochyby prínosom ako pre nás – jeho organizátorov, tak aj pre jeho účastníkov. Všetci účastníci po jeho skončení konštatovali, že by si vedeli predstaviť používať editor *Lambda* (ako pomôcku pri práci s matematikou) v každodennej praxi. Počas prípravy a samotného kurzu sme tiež odhalili niekoľko nedostatkov, ktoré bolo nutné odstrániť. Nadobudli sme presvedčenie, že po zapracovaní slovenčiny do oficiálnej verzie editora *Lambda*, ho budú môcť bez problémov aktívne začať používať aj slovenskí nevidiaci študenti. V nasledujúcom období sme sa zamerali na problematiku používania *Braillovho písma* nevidiacimi študentmi na Slovensku. *Slovenský braillovský štandard* toho času nedefinoval symboly "vyššej" matematiky a tak bolo treba rozmýšľať, či by bolo vhodnejšie náš štandard rozšíriť o ďalšie znaky alebo prevziať na matematické symboly niektorý už existujúci štandard zo zahraničia, ktorý tieto znaky pokrýva.

5.6.3. TRETÍ KURZ: TESTOVANIE SLOVENSKEJ FINÁLNEJ VERZIE

5.6.3.1. ZÁKLADNÉ ÚDAJE

Kurz s cieľom záverečného testovania slovenskej verzie matematického editora *Lambda* sa konal v piatok 14. decembra 2007 v priestoroch *Podporného centra*. Zúčastnili sa ho siedmi integrovane študujúci študenti rôznych ročníkov základných a stredných škôl z celého Slovenska. Štyria účastníci kurzu už mali za sebou prvé kontakty s editorom *Lambda*, z nich dvaja s originálnou anglickou a dvaja už aj so slovenskou skúšobnou verziou. Pre zvyšných troch bol editor *Lambda* úplnou novinkou. Z tejto skutočnosti vyplýva, že účastníci tohto kurzu netvorili homogénnu skupinu a na túto skutočnosť sme museli brať ohľad aj pri plánovaní kurzu a materiálov pre jeho účastníkov určených.

5.6.3.2. PRIEBEH KURZU

Kurz bol rozdelený na dopoludňajšiu a popoludňajšiu časť. Tí z účastníkov kurzu, ktorí sa s editorom *Lambda* ešte nestretli, sa mali možnosť počas dopoludňajšej časti s ním zoznámiť a naučiť sa základné operácie, ktoré sú nevyhnutné na jeho obsluhu. Účastníci, ktorí už mali možnosť s editorom *Lambda* pracovať a teda jeho základné princípy a príkazy poznali, dostali možnosť si svoje nadobudnuté schopnosti precvičiť a zdokonaliť si ich. Táto časť bola preto vedená diskusno-prednáškovou formou. Pred uvedením každej jednotlivej funkčnosti editora *Lambda*, sme sa snažili najprv s účastníkmi kurzu podiskutovať o tom, ako danú problematiku riešili v editoroch, ktoré im doposiaľ slúžili na prácu s matematikou. Stručne sme sa porozprávali o ich problémoch pri zápisoch a komplikáciách pri ukazovaní ich výpočtov vidiacim spolužiakom, učiteľom a rodinným príslušníkom, pre ktorých nemusí byť daný matematický zápis vždy zrejmý. Tu sme sa snažili klásť dôraz na to, aby sa naši študenti podelili o triky, ktoré im uľahčujú prácu s matematikou a hlavne poukázať na to, ako môžu značnú časť ich matematických problémov vyriešiť prácou v editore *Lambda*. Vždy po stručnej diskusii nasledovala praktická ukážka, ako spracovať danú problematiku v editore *Lambda*, a ako možno tie ktoré problémy riešiť.

Snažili sme sa pracovať s matematickými prvkami, ktoré účastníci kurzu v tom čase poznali a aktívne na hodinách matematiky používali, čo však nebolo kvôli rôznorodosti účastníkov jednoduché. Preto sme pripravili ukážky a príklady zamerané na viacero matematických oblastí, ako aritmetika, geometria, vektory, množiny, analýza a podobne. Účastníkom sme vždy pred precvičením danej problematiky vybrali vhodný príklad vzhľadom na ich v škole nadobudnuté zručnosti a vedomosti.

Popoludňajšia časť bola určená na precvičovanie si nadobudnutých zručností (získanie rutiny). Pre účastníkov kurzu bola pripravená široká paleta príkladov z každej zo základných matematických oblastí, a tak si mohol každý z nich precvičiť zručnosti, ktoré počas dopoludňajšej časti nadobudol. Každá skupina príkladov bola rozdelená na *Riešené príklady* a *Príklady na samostatnú prácu*, aby si mali študenti podľa potreby možnosť pozrieť si, ako sa podobné príklady v danej oblasti môžu (resp. majú) pomocou editora *Lambda* riešiť a následne ich už moholi bez problémov riešiť i samostatne.

5.6.3.3. ZÁVER

Na záver kurzu sme požiadali jeho účastníkov o poslanie spätnej väzby, v čo možno najkratšom čase, aby nezabudli na niektoré detaily a aby sme my vedeli, čo sa im zdalo na kurze a na editore *Lambda* resp. na jeho slovenskej verzii nezrozumiteľné, neprimerane zložité, komplikované na obsluhu a podobne. Všetci účastníci kurzu zobrali túto svoju úlohu veľmi zodpovedne a v priebehu jedného týždňa napísali ich poznámky a komentáre ako k samotnému kurzu, tak aj k používaniu slovenskej lokalizácie tohto editora.

Ako lektori kurzu a tvorcovia slovenskej lokalizovanej verzie editora *Lambda*, môžeme konštatovať, že kurz priniesol očakávané výsledky. Dostali sme cenné komentáre, výhrady a postrehy od cieľovej skupiny, pre ktorú je editor určený, a hlavne sme sa utvrdili v presvedčení, že slovenská verzia editora *Lambda* môže byť užitočnou pomôckou pre nevidiacich študentov všetkých úrovní slovenských škôl.

Po kurze sme zapracovali zistené nedostatky do finálnej slovenskej verzie tohto editora, aby sa mohla aj slovenčina stať oficiálnou súčasťou tohto "matematického zošita". Naďalej však závažným problémom pre slovenských používateľov *Braillovho písma* zostával nepostačujúci *Slovenský braillovský štandard*, ktorý toho času ešte stále nedefinoval symboly "vyššej" matematiky.

5.6.4. ŠTVRTÝ KURZ: LAMBDA A BRAILLOVSKÝ RIADOK

5.6.4.1. ZÁKLADNÉ ÚDAJE

Kurz s cieľom prehĺbenia zručností študentov pri práci s editorom *Lambda* a zároveň oboznámenia ich s podporou braillovských riadkov poskytovanou editorom *Lambda* sa konal v dňoch štvrtok až sobota 27. - 29. novembra 2008 opäť v priestoroch *Podporného centra*. Zúčastnili sa ho ôsmi integrovane študujúci študenti rôznych ročníkov stredných škôl z viacerých regiónov Slovenska. Všetci účastníci kurzu už mali za sebou minimálne prvé kontakty s editorom *Lambda* a viacerí z nich už tento editor aktívne používali aj počas vyučovania na hodinách matematiky. Z tejto skutočnosti vyplýva, že účastníci kurzu tvorili relatívne homogénnu skupinu, čo bolo na rozdiel od predchádzajúceho kurzu výhodou, a umožňovalo nám plnohodnotnejšie sa sústrediť na vyučovací proces zameraný na zdokonalenie zručností v editore *Lambda* (nadobudnutie rutiny) potrebných na efektívnu prácu v ňom ako aj na oboznámenie jeho učastníkov s možnosťami spolupráce editora *Lambda* s braillovskými riadkami.

5.6.4.2. PRIEBEH KURZU

Kurz bol rozdelený do troch poldní. Počas prvého poldňa dostali účastníci možnosť precvičiť a zdokonaliť si nadobudnuté zručnosti v editore *Lambda*. Na túto časť kurzu sme pripravili už tradične mnohé riešené aj neriešené príklady. Okrem práce na príkladoch sme sa snažili podporiť aj diskusiu o problémoch študentov pri práci s editorom *Lambda*, ako aj o problémoch, ktoré pri práci s týmto editorom majú ich pedagógovia, pre ktorých sme vo februári 2008 organizovali odborný seminár (opísaný v kapitole 5.6.5.). V tejto časti kurzu sme sa snažili dať priestor aj samotným študentom, aby sa navzájom učili riešiť tie problémy, s ktorými už niekto z nich mal skúsenosti, teda sa s nimi stretol a eventuálne ich aj úspešne vyriešil.

Druhý poldeň nášho kurzu bol venovaný editoru *Lambda* a jeho podpore pre braillovské riadky. Tvorcovia editora *Lambda* považujú túto podporu za najdôležitejšiu charakteristiku editora. V čase konania seminára bol pre slovenských nevidiacich pracujúcich s "vyššou" matematikou najzávažnejším problémom *Slovenský braillovský štandard*, ktorý v tom čase definoval ešte stále iba znaky základoškolskej matematiky. Po diskusii v *Podpornom centre* a na *Únii pre slabozrakých a nevidiacich Slovenska* sme sa rozhodli

neoficiálne do *Slovenského braillovského štandardu* dodefinovať znaky bežne používané na hodinách matematiky na stredných a vysokých školách za účelom testovania spolupráce editora *Lambda* s braillovskými riadkami. Pred konaním tohto kurzu sa nám do *Slovenského braillovského štandardu* podarilo zapracovať všetky takéto znaky, a tak sme mohli venovať druhý poldeň kurzu oboznámeniu jeho účastníkov so spoluprácou editora *Lambda* s braillovskými riadkami.

Počas tohto poldňa sme s účastníkmi kurzu prešli mnohé väčšinou riešené príklady z rôznych matematických oblastí a rôznej obtiažnosti. Každý z účastníkov už mal dlhodobejšie skúsenosti s *Braillovým písmom*, ale pri počítaní a práci s matematikou ho v čase konania kurzu ani jeden z účastníkov aktívne nepoužíval. Našim hlavným zámerom bolo osviežiť účastníkom ich znalosti *Braillovho písma*, doplniť ich znalosti o nové znaky a hlavne poukázať na rýchlosť a efektivitu, ktorú môže nevidiaci získať, pri jeho používaní v editore *Lambda*. Pre účastníkov kurzu sme okrem iného prichystali vytlačený materiál so zoznamom (potrebných) kódov pre matematické symboly, aby vedeli pri testovaní spolupráce editora *Lambda* s braillovskými riadkami používať všetky im dovtedy známe matematické prvky a štruktúry.

V treťom bloku kurzu sme venovali pozornosť voľne šíriteľnému čítaču obrazovky *NVDA* (***N**on **V**isual **D**esktop **A**ccess*). Je to špeciálny softvér pre nevidiacich, ktorý môže byť veľmi užitočný hlavne pre študentov stredných a vysokých škôl. Na konci bloku sme sa veľmi krátko venovali niektorým pokročilým funkciám čítaču obrazovky *JAWS* (napr.: skim reading). Účastníci kurzu prejavili záujem tiež o niekoľko ďalších oblastí týkajúcich sa využívania informačných technológií ako pomôcky nevidiacich študentov, ktorým sa plánujeme venovať na ďalších kurzoch.

Azda jediným nedostatkom počas nášho kurzu bol nepostačujúci počet braillovských riadkov, na ktorých sme mohli s účastníkmi kurzu aktívne pracovať. *Podporné centrum* vlastní tri funkčné braillovské riadky a spomedzi účastníkov kurzu vlastní braillovský riadok iba jeden z nich, no z viacerých dôvodov si ho na kurz so sebou nepriniesol. Keďže bol teda počet účastníkov kurzu v porovnaní s počtom disponibilných braillovských riadkov viac ako dvojnásobný, museli sa pri riadkoch striedať, čo ubralo čiastočne na efektivite druhého vyučovacieho poldňa.

Skutočnosť, že väčšina nevidiacich študentov na Slovensku braillovský riadok kvôli jeho vysokej cene (a relatívne veľkých problémoch pri získavaní finančného príspevku naň) nevlastní, je popri nedostatočnej pripravenosti bežných škôl a ich pedagógov na prácu s nevidiacimi študentmi podľa nášho názoru najväčšou prekážkou v umožnení efektívnej práce s "vyššou" matematikou slovenským nevidiacim študentom.

5.6.4.3. ZÁVER

Na záver kurzu sme už tradične požiadali jeho účastníkov o poslanie spätnej väzby, aby sme sa mohli poučiť a v rámci možností vylepšiť organizáciu budúcich kurzov. Môžeme povedať, že účastníci kurzu zobrali svoju úlohu už tradične zodpovedne a informovali nás o ich názoroch ako na obsah kurzu, tak aj na jeho organizáciu. Kurz i napriek vyššie popísaným nedostatkom hodnotíme ako prínos a významný krok smerom k sprístupneniu a zefektívneniu práce slovenských nevidiacich s "vyššou" matematikou.

5.6.5. ODBORNÝ SEMINÁR: PRÍSTUPNOSŤ NEVIDIACICH K MATEMATIKE

5.6.5.1. ZÁKLADNÉ ÚDAJE

V piatok 8. februára 2008 sa v priestoroch *Podporného centra* konal odborný seminár s názvom *Prístupnosť nevidiacich k matematike*, ktorého hlavným cieľom bolo predstavenie matematického editora *Lambda* a jeho slovenskej jazykovej verzie učiteľom matematiky, ktorí majú v triedach nevidiacich študentov. Okrem oboznámenia účastníkov s matematickým týmto editorom, si seminár kládol za cieľ predstaviť účastníkom aj ďalšie softvérové pomôcky uľahčujúce nevidiacim prácu s prírodovednými a technickými symbolmi ako aj pokročilejšími výpočtami. Treťou časťou seminára bolo poskytnutie základných informácií o spracovaní taktilných obrázkov. Zámerom organizovania tohto seminára bolo zlepšenie spolupráce nevidiaceho študenta s jeho (väčšinou) vidiacim učiteľom pri práci s matematikou. Seminár mal štyroch lektorov a 23 účastníkov - pedagógov všetkých stupňov škôl z rôznych regiónov Slovenska a zástupcov organizácii slabozrakých a nevidiacich. Niekoľko účastníkov sa už vďaka ich študentom so slovenskou alebo aspoň anglickou verziou editora *Lambda* stretlo, no ani jeden z nich nemohol byť v čase konania seminára považovaný za aktívneho používateľa tohto editora. Môžeme ale konštatovať, že každý účastník bol v čase seminára s problematikou matematických, prípadne iných prírodovedných zápisov nevidiacich oboznámený a viacerí z nich mali v tejto oblasti aj praktické skúsenosti.

Aby sme využili prítomnosť väčšieho počtu účastníkov, spojili sme teoretickú časť odborného seminára s časťou praktickou, tzv. workshopom, ktorý sa konal v ten istý deň v popoludňajších hodinách v *Počítačovej učebni pre študentov so zrakovým postihnutím Podporného centra*. Počas tohto workshopu si mali účastníci možnosť individuálne vyskúšať ako sa s matematickým editorom *Lambda* a ostatnými prezentovanými softvérovými pomôckami nevidiacich študentov pracuje.

5.6.5.2. PRIEBEH SEMINÁRA

Ako už bolo vyššie uvedené, seminár bol rozdelený na dve časti: dopoludňajšiu a popoludňajšiu. Dopoludňajšia časť mala viac teoretický charakter. Na nej si mali možnosť účastníci seminára pozrieť a vypočuť prezentácie o editore *Lambda* a ostatných elektronických nástrojoch, ktoré môžu pomôcť slabozrakým a zvlášť nevidiacim pri ich výpočtoch. Záverom tejto časti bola prezentácia o spracovaní taktilných obrázkov.

Účastníci kurzu sa mohli počas prezentácie editora *Lambda* zoznámiť s jeho základnými funkciami. Cieľom bolo, aby pochopili princíp jeho obsluhy, uvedomili si výhody pri jeho používaní v porovnaní s inými editormi, ktoré bežne nevidiaci študenti na zápis matematiky používajú a tiež výhody, ktoré z jeho používania nevidiacim študentom, môže získať jeho učiteľ.

Časť prezentácie bola tiež venovaná ukážkam zápisov matematického textu nevidiacich študentov. Snažili sme sa porovnať zložitosť vizuálneho zápisu vidiacich so štandardným zápisom nevidiacich a tiež so zápisom v editore *Lambda*.

Za každou ukážkou zápisu výrazu z určitej matematickej oblasti vizuálnym spôsobom vidiacich a štandardným zápisom nevidiacich, nasledovala praktická ukážka zápisu a zobrazenia daného príkladu v editore *Lambda*, čo malo za cieľ demonštrovať jednoduché vytváranie matematických výrazov pre nevidiaceho, a rovnako tiež možnosť zrozumiteľného čítania takto vytvorených výrazov vidiacim, ktorý nemusí byť oboznámený s princípom študentovho (lineárneho) zápisu.

Popoludňajšia praktická časť (workshop) bola určená na precvičovanie zručností v editore *Lambda* a tiež v ostatných prezentovaných pomôckach slabozrakých a nevidiacich študentov uľahčujúcim im prácu s matematikou. Pre účastníkov kurzu bola pripravená široká paleta príkladov prakticky z každej matematickej oblasti, a tak si mohol každý záujemca precvičiť nielen vytváranie a úpravu príkladov, ale aj všetky ostatné funkcie editora *Lambda*, medzi ktoré patrí integrovaná vedecká kalkulačka, zobrazenie rozvinutej/ kompaktnej štruktúry výrazu, práca s blokmi, stále označenia atď. Účastníci dostali zoznam príkladov obsahujúcich viaceré pokročilé matematické symboly a ich úlohou bolo tieto príklady v editore *Lambda* napísať a prípadne aj vypočítať. Okrem precvičenia si samotnej práce v tomto editore, dostali účastníci možnosť vyskúšať si spoluprácu učiteľa s nevidiacim študentom pracujúcim v tomto editore. Kvôli tomuto účelu sme na seminár a workshop pozvali nevidiaceho študenta **Romana Kočiho** (v tom čase študujúceho na *Gymnáziu na Vazovovej ulici v Bratislave*), ktorý bol v čase konania seminára už mierne pokročilým používateľom editora *Lambda*. Ostatní účastníci mu mohli diktovať ľubovoľné príklady a mali možnosť vidieť, ako rýchlo a efektívne dokáže nevidiaci študent zapisovať diktovaný príklad, upravovať ho (prípadne vypočítať) a stlačením jediného klávesu ho tiež zobraziť vidiacemu učiteľovi v jeho klasickej vizuálnej podobe.

Počas oboch častí seminára sme sa snažili klásť dôraz na to, aby jeho účastníci pochopili silu a užitočnosť *lineárneho zápisu* pri práci nevidiaceho študenta s matematikou. Zároveň sme sa snažili, aby účastníci videli, ako im a ich študentom môže práca s matematickým editorom, ktorý podporuje *lineárny zápis* matematiky a zároveň umožňuje vizuálne zobrazenie (lineárnym spôsobom zapísaných výrazov) pre vidiacich, zjednodušiť a zefektívniť činnosť ako na hodinách matematiky, tak i počas práce s matematikou mimo školských lavíc.

Po kurze (a diskusii so zúčastnenými pedagógmi) sme s povolením všetkých jeho účastníkov poslali každému z nich niekoľko informačných údajov, medzi ktorými boli aj kontakné údaje jednotlivých účastníkov. Keďže na Slovensku je komunita pedagógov - matematikov pracujúcich so zrakovo postihnutými študentmi počtom relatívne malá no geograficky značne roztrúsená, považovali sme za užitočnú myšlienku umožniť účastníkom seminára vymeniť si ich základné údaje a v prípade záujmu ich tiež začleniť do Mailing-listu vytvoreného pre používateľov editora *Lambda*, pomocou ktorého by mohli komunikovať a navzájom si vymieňať skúsenosti, resp. pomáhať si pri riešení problémov týkajúcich sa práce s editorom *Lambda*. Tento Mailing-list tiež ponúka tak študentovi, ako aj jeho učiteľovi možnosť komunikovať priamo s nami - tvorcami slovenskej adaptácie editora *Lambda*, čím sme chceli

dosiahnuť, aby jeho používatelia získali okrem možnosti obrátiť sa na iných používateľov tiež možnosť kontaktovať odborníkov v prípade vyskytnutia sa vážnejších problémov a nepriamo sa tak čiastočne zúčastňovať na úpravách a vylepšovaniach ako slovenskej lokalizácie editora *Lambda*, tak aj editora samotného. Rovnako ako pri ostatných kurzoch, aj tentokrát sme na jeho záver požiadali všetkých účastníkov o poslanie spätnej väzby za účelom zistenia názorov pedagógov na prezentované softvérové pomôcky nevidiacich študentov a zlepšenia organizácie budúcich kurzov.

5.6.5.3. ZÁVER

Seminár *Prístupnosť nevidiacich k matematike* dosiahol očakávaný efekt. Dostali sme cenné komentáre, otázky a postrehy od pedagógov zrakovo postihnutých (predovšetkým nevidiacich) študentov, ktorí sú významnou časťou cieľovej skupiny, pre ktorú je editor *Lambda* určený. Dôležitou je pre nás skutočnosť, že sme sa opäť utvrdili v presvedčení, že editor *Lambda* môže byť užitočnou pomôckou pre nevidiacich študentov zaoberajúcich sa matematikou prakticky na všetkých úrovniach vzdelávania na Slovensku a má potenciál zefektívniť spoluprácu nevidiaceho študenta s jeho (vidiacim) učiteľom.

Seminár *Prístupnosť nevidiacich k matematike*, aj napriek obmedzenému času, ktorým sme disponovali, jednoznačne hodnotíme ako významný krok nielen smerom k oboznámeniu pedagógov nevidiacich s jedinečnými vlastnosťami tohto matematického editora, ale najmä k zlepšeniu ich spolupráce s nevidiacimi študentmi pri práci s matematikou.

Bližšie informácie o tomto odbornom seminári môže nájsť čitateľ na Internetovej stránke:

http://cezap.sk/akcie/pristup-nevidiacich-k-matematickym-textom/

6. ZÁVER

Práca s matematickými textami je pre nevidiacich v porovnaní s prácou s bežnými literárnymi textami výrazne komplikovanejšia. Bežné texty obsahujúce iba alfanumerické znaky a interpunkčné znamienka, resp. diakritiku, môžu byť relatívne jednoducho vytvárané pomocou bežnej klávesnice a tiež čítané pomocou čítača obrazovky a braillovského riadka, resp. hlasového výstupu. Naopak vytváranie matematických textov, ktoré častokrát obsahujú symboly nenachádzajúce sa na bežnej klávesnici (geometrické symboly, množinové a logické operátory...), resp. majú zložitejšiu štruktúru (napr. dvojrozmerne zapísaný zložený zlomok), môže predstavovať pre nevidiaceho niekedy až neprekonateľný problém. Výhodou moderných technológií pre nevidiacich okrem iného je, že im umožňujú pristupovať k mnohým materiálom v digitálnej forme a teda tiež k mnohým matematickým textom. Mnohé takéto texty však majú matematické symboly a štruktúry vložené ako (neopísané) obrázky a teda sú pre nevidiaceho stále neprístupnými.

V posledných rokoch má riešenie problematiky prístupnosti matematiky pre nevidiacich tendenciu byť vo forme softvérových pomôcok. Na trhu je k dispozícii viacero produktov, pomocou ktorých môžu nevidiaci pracovať (čítať, upravovať a vytvárať) s matematickými výrazmi spôsobom, ktorý okrem iného tiež umožňuje ich vidiacim učiteľom, resp. spolupracovníkom porozumieť a pristupovať k takýmto výrazom. Na Slovensku začalo v posledných rokoch viacero nevidiacich študentov ako softvérovú pomôcku na prácu s matematikou používať editor *Lambda*. V *Podpornom centre* sme medzičasom tento editor adaptovali do slovenského jazyka a zorganizovali viacero kurzov pre nevidiacich študentov ako aj ich pedagógov s cieľom zefektívniť prácu s matematikou nevidiacim a zlepšiť spoluprácu medzi nimi a ich učiteľmi. Okrem iného sme tiež vytvorili *Používateľskú príručku*, ktorej cieľom je pomôcť začinajúcemu používateľovi pri prvých krokoch v editore *Lambda*.

Môžeme konštatovať, že organizované kurzy a seminár splnili svoj účel a majú dôležitý podiel na úspešnom vytvorení slovenskej verzie editora *Lambda*, ktorý, ako sa v praxi potvrdilo, predstavuje významný prínos smerom k sprístupneniu práce s matematikou nevidiacim na Slovensku, a teda má potenciál dopomôcť integrácii nevidiacich žiakov na bežných základných, stredných a tiež aj vysokých školách.

V súčasnosti, pripravujeme *Metodickú príručku* určenú pre učiteľov nevidiacich študentov používajúcich editor *Lambda*, ktorej cieľom je pomôcť týmto učiteľom pri vyučovaní matematiky s podporou tohto editora. Zároveň plánujeme pokračovať v tradícii organizovania kurzov pre nevidiacich študentov a ich pedagógov za účelom zefektívnenia práce nevidiacich s matematikou a uľahčenia spolupráce nevidiacich študentov s ich učiteľmi.

LITERATÚRA

[1] BERNAREGGI C.: *A framework for vocal and tactile access to science in an educational environment*. Doctoral thesis, Facoltà di scienze matematiche, fisiche e naturali, Università degli studi di Milano, Facoltà di scienze matematiche, fisiche e naturali, Milano, 2006

[2] CACEK J.: *Konverze technických textů z MathML do Braille*. Diplomová práca, Fakulta Informatiky, Masarykova Univerzita v Brně, 2004. Dostupné na:

<http://mml2b.sourceforge.net/dp_cacek.pdf> (16. 4. 2008)

[3] HORŇANSKÝ M., KOHANOVÁ I.: *Editor Lambda a uľahčovanie spolupráce medzi nevidiacim študentom a jeho učiteľom pri práci s matematikou na Slovensku*. Konference Počítač ve škole, Nové Město na Moravě, 7. – 9. 4. 2009

[4] HORŇANSKÝ M., LECKÝ P., KOHANOVÁ I.: *Editor Lambda – Nástroj na sprístupnenie matematiky nevidiacim a jeho rozširovanie na Slovensku*. Konferencia DidInfo, Banská Bystrica, 25. – 27. 3. 2009

[5] HORŇANSKÝ, M., LECKÝ, P.: *First experiences with using LAMBDA editor in Slovak environment*. In: Making Science Accessible: emerging opportunities for blind and partially sighted, Miláno, Taliansko, 20. 10. 2008. Dostupné na:

<http://river-valley.tv/conferences/math_for_blind_2008/> (16. 4. 2008)

[6] KOHANOVÁ I.: *The ways of teaching mathematics to visually impaired students*. In ICME 2008 (International Congress on Mathematical Education), Monterrey, Mexico, 6. – 13. 7. 2008

[7] MENDELOVÁ E.: *Práca nevidiacich s matematickými textami*. In: Niektoré technologické inovácie v špeciálnej pedagogike. Sapientia, Bratislava 2007, s. 293-298

[8] MENDELOVÁ E., LECKÝ P.: *Prístupné študijné zdroje pre nevidiacich študentov*. In: Niektoré technologické inovácie v špeciálnej pedagogike. Priezor, Roč. 38, č. 7 (2008), s. 54-65

[9] MIKOLAJOVÁ K., HORŇANSKÝ M.: *Matematika s Lambdou*. Študentská vedecká konferencia, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK, Bratislava, 30. 4. 2007. Dostupné na:

<http://www.fmph.uniba.sk/fileadmin/user_upload/editors/studium/svk/2007/DID/mikolajova.pdf> (16. 4. 2009)

[10] SCHWEIKHARDTOVÁ W.: *Requirements on a mathematical notation for the blind*. In ICCHP 2000 (Proceedings of International Conference on Computers Helping People with Sepcial Needs), Karslruhe, Nemecko, Österreichische Computer Gesellschaft, 2000. Dostupné na:

<http://www.vis.uni-stuttgart.de/ger/research/pub/pub2000/icchp00-schweikhardt.pdf> (16. 4. 2009)

[11] ŽUCHA M.: *Braillovo písmo*. Seminárna práca, Fakulta informatiky a informačných technológií STU, Bratislava, 2007. Dostupné na:

<http://wasabi.fiit.stuba.sk/~spacek04/web/dnl/prace/Zucha_Marian/Braille.pdf> (16. 4. 2009)

[12] CALIFORNIA DEPARTMENT OF EDUCATION: *Braille Mathematics Standards*. California Department of Education, 2006. Dostupné na:

<http://www.cde.ca.gov/sp/se/sr/documents/braillemathstand.pdf> (16. 4. 2009)

[13] ENABLING TECHNOLOGIES: *How Braille Began*. Webová stránka podávajúca informácie o vzniku a začiatkoch používania Braillovho písma. Dostupné na:

<http://www.brailler.com/braillehx.htm> (16. 4. 2009)

[14] LAMBDA CONSORTIUM: Oficiálna stránka Lambda projektu. Dostupné na:

<http://www.lambdaproject.org/> (16. 4. 2009)

[15] LAMBDA CONSORTIUM: *Deliverable 2.3 - Analysis of existing works: About mathematics and 8-dot Braille*, máj 2003. Dostupné na:

<http://www.lambdaproject.org/> (16. 4. 2009)

[16] LAMBDA CONSORTIUM: *Deliverable D7.18 - Validation of the work accomplished*, december 2006. Dostupné na:

<http://www.lambdaproject.org/> (16. 4. 2009)

[17] LAMBDA CONSORTIUM: *LAMBDA system and mathematics teaching method by Flavio Fogarolo*, január 2006. Dostupné na:

<http://www.lambdaproject.org/> (16. 4. 2009)

[18] UNESCO: *World Braille usage*, Paris 1990, ISBN 92-3-102323-3/US Library of Congress, Washington D.C. 1990, ISBN 0-8444-0676-7. Dostupné na:

<http://unesdoc.unesco.org/images/0008/000872/087242eb.pdf> (16. 4. 2009)

[19] Webová stránka podávajúca informácie vzniku, vývoji a súčasnej situácii Braillovho písma. Dostupné na:

<http://en.wikipedia.org/wiki/Braille> (16. 4. 2009)

[20] Webová stránka podávajúca informácie o braillovských kódoch v rôznych krajinách. Dostupné na:

<http://homepages.cwi.nl/~dik/english/codes/braille.html> (16. 4. 2009)

[21] Webová stránka podávajúca informácie o vyučovaní matematiky zrakovo postihnutých. Dostupné na:

<http://www.tsbvi.edu/math/> (16. 4. 2009)

[22] Webová stránka podávajúca informácie o matematických zápisoch pre nevidiacich. Dostupné na:

<http://chezdom.net/blog/?page_id=51> (16. 4. 2009)

[23] Webová stránka podávajúca informácie o alternatívach pri vyučovaní matematiky pre nevidiacich. Dostupné na:

<http://sped.wikidot.com/teaching-math-to-the-blind> (16. 4. 2009)

[24] Webová stránka podávajúca informácie o Némethovom braillovskom štandarde. Dostupné na:

<http://acharya.iitm.ac.in/disabilities/nemeth_brl.php> (16. 4. 2009)

[25] Webová stránka podávajúca informácie o Némethovom braillovskom štandarde. Dostupné na:

<http://www.dotlessbraille.org/readnem.htm> (16. 4. 2009)

[26] Webová stránka podávajúca informácie o Némethovom braillovskom štandarde. Dostupné na:

<http://www.dotlessbraille.org/nemethcode.htm> (16. 4. 2009)

[27] Webová stránka podávajúca informácie o špeciálnych softvéroch sprístupňujúcich nevidiacim prácu s matematikou. Dostupné na:

<http://www.inftyproject.org/en/index.html> (16. 4. 2009)

[28] Webová stránka poskytujúca zdroje o matematických a prírodovedných učebniciach v Braillovom písme. Dostupné na:

<http://www.fredshead.info/2005/11/sources-for-braille-math-and-science.html> (16. 4. 2009)

ZOZNAM PRÍLOH

Používateľská príručka editora Lambda

CD s materiálmi ku kurzom organizovaných pre nevidiacich študentov