

Univerzita Karlova v Praze
Matematicko-fyzikální fakulta

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



Petronela Molnárová

Grafické kalkulačky ve výuce matematiky

Katedra didaktiky matematiky

Vedoucí bakalářské práce: **RNDr. Jan Kašpar, CSc.**

Studijní program: Fyzika, fyzika zaměřená na vzdělávání

2006

Na tomto mieste by som sa rada poďakovala J. Kašparovi za poskytnutie grafickej kalkulačky a cenných rád na jej obsluhu. Ďalej by som sa tiež chcela poďakovať J. Robovej za poskytnutie materiálov.

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci napsala samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů. Souhlasím se zapůjčováním práce a jejím zveřejňováním.

V Praze dne 10.08.2006

Petronela Molnárová

Názov práce: Grafické kalkulačky vo výučbe matematiky

Autor: Petronela Molnárová

Katedra: Didaktiky matematiky

Vedúci bakalárskej práce: RNDr. Jan Kašpar, CSc.

e-mail vedúceho: Jan.Kaspar@mff.cuni.cz

Touto prácou som chcela ukázať, ako je možné využiť grafickú kalkulačku pri výučbe na základnej škole. Na začiatku práce som sa zamerala na obsah grafickej kalkulačky. V krátkosti som popísala niektoré z aplikácií. V zostávajúcej časti práce som sa venovala konkrétnym častiam matematiky, v ktorých podľa môjho názoru grafická kalkulačka nájde uplatnenie. Boli to tieto partie: lineárne rovnice, funkcie – lineárne a kvadratické, štatistika. Každá téma je najskôr teoreticky spracovaná. Uviedla som definície odpovedajúce úrovni základnej školy. Teória je doplnená úlohami a ich riešením na grafickej kalkulačke.

Kľúčové slová: grafická kalkulačka, základná škola, funkcie, štatistika

Title: Graphing Calculators in Teaching of Mathematics

Author: Petronela Molnárová

Department: Didactics mathematics

Supervisor: RNDr. Jan Kašpar, CSc.

Supervisor's e-mail address: Jan.Kaspar@mff.cuni.cz

The aim of this work was to find out the practical application of the graphing calculator in the elementary school education. At the beginning of this work I discuss about the content of the graphing calculator. Some of its applications are shortly described. In the following parts of my work I addict to particular parts of the mathematics in which the calculator can be used. These are the following parts: linear equations, linear and quadratic functions, statistics. First is each part theoretically discussed. I mentioned the definitions according to the elementary school level. The theory is completed with exercises and its solutions on the graphing calculator.

Keywords: graphing calculator, elementary school, functions, statistics

Obsah

<u>Obsah.....</u>	<u>1</u>
<u>Úvod.....</u>	<u>2</u>
<u>1 Grafická kalkulačka VoyageTM 200.....</u>	<u>3</u>
<u>1.1 Nastavenie grafickej kalkulačky.....</u>	<u>3</u>
<u>1.2 Aplikácie v grafickej kalkulačke.....</u>	<u>5</u>
<u>2 Algebra.....</u>	<u>8</u>
<u>2.1 Funkcie.....</u>	<u>8</u>
<u>2.2 Lineárne rovnice.....</u>	<u>16</u>
<u>2.3 Grafické riešenie sústavy dvoch lineárnych rovníc s dvoma neznámymi.....</u>	<u>18</u>
<u>3 Štatistika.....</u>	<u>20</u>
<u>3.1 Vkladanie dát a ich štatistické spracovanie.....</u>	<u>21</u>
<u>3.2 Grafické spracovanie štatistických dát.....</u>	<u>24</u>
<u>4 Konštrukčná geometria.....</u>	<u>27</u>
<u>Záver.....</u>	<u>29</u>
<u>Literatura.....</u>	<u>30</u>

Úvod

V práci som mala za úlohu spracovať možnosti využitia grafickej kalkulačky pri výučbe matematiky. Vzhľadom na zameranie môjho štúdia som sa sústredila na jej využitie na základnej škole. V niektorých častiach práce som spomenula aj funkcie kalkulačky, ktoré je možné využiť neskôr.

Používanie grafickej kalkulačky pri výučbe má veľa výhod. Jednou z nich je nepochybne úspora času. Po tom ako žiaci zvládnu predpísanú látku, môžu si používaním kalkulačky uľahčiť rutinné výpočty. Tým zostane viac času na dôkladné precvičenie látky. Ďalšou výhodou je väčšia sebaistota pri spracovávaní zadaných úloh. A samozrejme aj to, že sa naučia zachádzať s grafickou kalkulačkou, čo sa im neskôr zídne pri práci so zložitejšími matematickými softvérmi.

Prvá kapitola práce je zjednodušeným popisom toho čo grafická kalkulačka dokáže, ako sa ovláda, ako sa má správne nastaviť pre rôzne druhy výpočtov. Snažila som sa taktiež vypísať niektoré „problémy“, s ktorými by sme sa mohli pri práci stretnúť a ktorých následkom by boli neočakávané výsledky.

Druhá kapitola je venovaná algebre, konkrétne lineárnym a kvadratickým funkciám, a v náväznosti na ne lineárnym rovniciam a grafickému riešeniu sústavy dvoch lineárnych rovníc s dvoma neznámymi.

Tretia kapitola sa zaoberá štatistikou, tomu akým spôsobom sa dajú získané údaje štatisticky spracovať na grafickej kalkulačke.

Posledná kapitola v krátkosti popisuje možnosti riešenia konštrukčných úloh.

Každá kapitola, s výnimkou štvrtej, je spracovaná teoreticky, s uvedením potrebných definícií a doplnená úlohami, ktoré je možné riešiť na grafickej kalkulačke.

1 Grafická kalkulačka Voyage™ 200

Grafická kalkulačka *Voyage™ 200*, ktorú som mala k dispozícii je produktom spoločnosti *Texas Instruments*. Patrí medzi najvýkonnejšie grafické kalkulačky dnešnej doby.

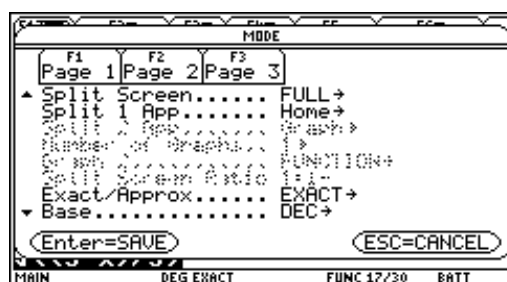
1.1 Nastavenie grafickej kalkulačky

Nastavenie parametrov grafickej kalkulačky, ktoré nám budú vyhovovať, sa deje v menu \square (položky menu sú na troch stránkach, medzi ktorými je možné sa presúvať buď použitím tlačidiel \square a \square , alebo \square \square \square).

Pred začiatkom práce s kalkulačkou je potrebné skontrolovať, prípadne nastaviť parametre v menu \square , aby sme vylúčili jeden z faktorov, ktorý by mohol viesť k nesprávnym výsledkom.



obr. 1.1



obr. 1.2



obr. 1.3

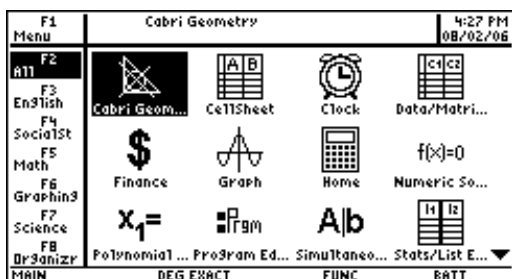
V nasledujúcej časti spomeniem tie položky z menu \square , ktoré by mali poznať aj žiaci na základnej škole. Výber v jednotlivých položkách sa deje prostredníctvom tlačidla \square , ktorým si zobrazíme kompletnú ponuku možností, tie volíme tlačidlami \square a \square . Výber nami zvolenej možnosti potvrdíme \square . Po nastavení všetkých položiek je potrebné znovu potvrdiť našu voľbu tlačidlom \square , tým zároveň vystúpime z \square .

Menu :

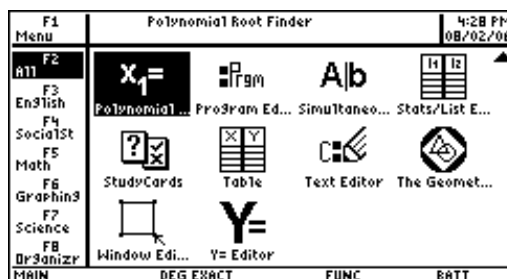
- položka *Display Digits* – nastavuje sa tu formát zobrazovaného výsledku. Voľba *Float 1 – 12* znamená, že výsledok bude zobrazovaný podľa zvoleného typu s 1 až 12 platnými ciframi. Voľba *Fix* sa týka počtu zobrazovaných desatinných miest (žiadne desatinné miesto až 12 desatinných miest).
- položka *Angle* – umožňuje nám vybrať si radiány alebo stupne. Pri počítaní na základnej škole, je potrebné upozorniť, aby táto položka bola nastavená na možnosti *Degree*.
- položka *Pretty Print* – pri možnosti *On* sú zadávané výrazy zobrazované vo forme ako sa obvykle píše, tj. 2^2 , $\sqrt{\frac{5-x}{3}}$. Ak zvolíme možnosť *Off* výrazy sa budú zobrazovať nasledovne: 2^2 , $\sqrt{((5-x)/3)}$. Takéto zobrazenie je vždy vo vstupnom riadku, t.j. riadok, do ktorého sú výrazy zadávané. Po potvrdení tlačidlom dostaneme podobu výrazu odpovedajúcu možnosti *On* alebo *Off*.
- položka *Split Screen* – umožňuje zobrazovať na obrazovke kalkulačky jeden alebo dva editori súčasne. Ďalej umožňuje zobrazit' dva editori buď vedľa seba (*Left – Right*), alebo pod sebou (*Top – Bottom*). Podrobnejší postup ako nastaviť takéto zobrazenie, bude popísaný v úlohe, kde práve využijeme túto možnosť ponúkanú grafickou kalkulačkou.
- položka *Exact / Approx* – ponúka nám tri možnosti *Auto*, *Exact*, *Approximate*. Pri voľbe *Exact* sú niektoré neceločíselne výsledky zobrazované ako zlomky či symbolicky, ako napríklad $\frac{5}{2}$, π , $\sqrt{3}$. Pri voľbe *Approximate* sú výsledky v možných prípadoch zobrazované ako desatinné čísla. *Auto* je kombináciou dvoch predchádzajúcich možností.
- položka *Apps Desktop* určuje formát v akom sú zobrazované názvy aplikácií. Pri hodnote *On* sú aplikácie zobrazované spolu s ikonami vid' obr. 1.4 a 1.5. Pri hodnote *Off* sa po stlačení tlačidla zobrazia iba názvy týchto aplikácií.

1.2 Aplikácie v grafickej kalkulačke

Hlavné menu obsahuje radu možností využitia kalkulačky (obr. 1.4 a 1.5), zobrazí sa nám po stlačení tlačidla \square .



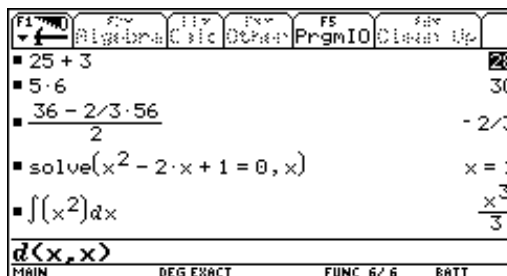
obr. 1.4



obr. 1.5

Niektoré aplikácie a ich využitie:

- **Calculator Home Screen** je východším bodom pre matematické operácie, od tých najjednoduchších ako je sčítanie až po tie zložitejšie ako napr. integrovanie (obr. 1.6).



obr. 1.6

Počet matematických operácií, ktoré môžeme zadať je 30, čo je iste neoceniteľné pri riešení náročnejších úloh s väčším počtom medzivýpočtov, napr. riešenie fyzikálnych úloh.

Rolovanie obrazovky je možné použitím \square \square . V prípade, že sa chceme vrátiť k niektorému predchádzajúcemu výpočtu, stačí ak sa naň nastavíme a po stlačení \square sa nám tento výpočet zobrazí vo vstupnom riadku a môžeme s ním ďalej pracovať.

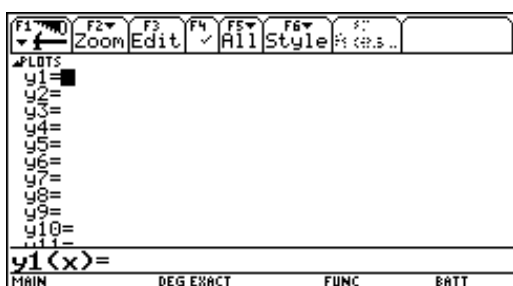
- **Graph Editor** slúži na grafické zobrazovanie jednej či viacerých funkcií v jednom grafe. Kalkulačka umožňuje zobrazovanie viacerých typov grafu. Nastavenie konkrétneho typu je možné v menu \square (obr. 1.7).



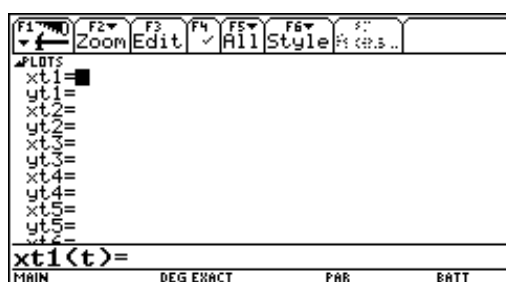
obr. 1.7

Položka *Graph* nám ponúka tieto typy:

- *Function* – funkcie v kartézskom súradnicovom systéme typu $y(x)$,
 - *Parametric* – parametrické rovnice $x(t)$ a $y(t)$,
 - *Polar* – funkcie v polárnych súradniciach typu $r(\theta)$,
 - *Sequence* – postupnosti $u(n)$,
 - *3D* – 3D rovnice $z(x, y)$,
 - *Diff equations* – diferenciálne rovnice $y'(t)$.
- Funkcie, ktoré majú byť graficky zobrazené je potrebné nadefinovať. K tomuto účelu je určený **editor** $Y =$. Vzhľad editora sa líši podľa zvoleného typu grafu, viz obr.1.8 (editor $Y =$ pre graf typu *Function*) a obr. 1.9 (editor $Y =$ pre graf typu *Parametric*).



obr. 1.8



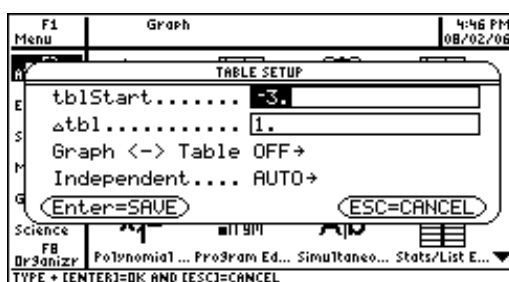
obr. 1.9

Zadať rovnicu je veľmi jednoduché, treba si však dať pozor na pár drobností.

Na zadávanie záporných čísiel slúži tlačidlo \square , nezamieňať ho s \square . V prípade zámény dostaneme neočakávaný výsledok, príp. správu o chybe (Error Message).

Príklady:

- $5 \square \square 3 = -15$, ale
 $5 \square \square 3$ ukáže správu o chybe v syntaxe,
- $3 \square 2 = 1$, ale
 $3 \square 2 = -6$, takýto zápis je chápaný ako násobenie $3*(-2)$,
- $\square 4 \square 5 = 1$, ale
 $\square 4 \square 5$, znamená, že sa najskôr odčíta 4 od predchádzajúcej odpovede a potom sa pripočíta 5.
- **Window editor** nám ponúka možnosť nastaviť si proporcie zobrazovaného grafu podľa našich požiadavkou. Je možné nastaviť tieto parametre zobrazeného grafu:
 - $xmin, xmax, ymin, ymax$ - hranice oblasti, ktorá bude zobrazená,
 - $xscl, yscl$ – vzdialenosť medzi značkami na x -ovej a y -ovej ose. V prípade, že nechceme, aby sa na niektorej osi zobrazovali značky, nastavíme hodnotu na nulu,
 - $xres$ – hodnota tohto parametru určuje „pre ktorý pixel na osi x je počítaná funkčná hodnota“. Pre hodnotu 1 je funkčná hodnota počítaná pre každý pixel, pre hodnotu 10 len pre každý desiaty. Platí, že čím je nastavená nižšia hodnota, tým je lepšie grafické rozlíšenie, zároveň je ale nižšia rýchlosť vyobrazenia grafu.
- **Table** je aplikácia, v ktorej je možné tvoriť tabuľky pre funkčné predpisy zadané v $Y =$. Parametre tabuľky sa nastavujú po stlačení tlačidiel \square a **T** (obr. 1.10)



obr. 1.10

Najskôr nastavíme hodnotu x , ktorou bude začínať tabuľka - $tblStart$. V Δtbl nastavíme aký mám byť rozdiel medzi jednotlivými hodnotami x (tento rozdiel môže byť ako kladný tak aj záporný, nie však nula). Ďalšie položky nastavíme na hodnoty ako sú na obrázku 1.10.

Na pohyb po tabuľke využívame tlačidlá $\square \square \square \square$. Ak sa chceme naraz posunúť nadol (nahor) o celú jednu stránku použijeme tlačidlá $\square \square$ ($\square \square$).

- **Data / Matrix Editor** slúži na editovanie dát a matíc. Na základnej škole je možné využiť túto aplikáciu najmä pri spracovaní štatistických údajov. Kalkulačka nám vypočíta základné štatistické charakteristiky ako aritmetický priemer, medián, Grafická kalkulačka však ponúka aj štatistické spracovanie dát lineárnou, exponenciálnou, logaritmickou a ďalšími regresiami.
- **Cabri Geometry** a **Sketchpad** sú dve geometrické aplikácie. Dajú sa využiť na konštrukčné úlohy. Sú to programy umožňujúce tvoriť geometrické objekty ako bod, priamka, vektor, trojuholník, kružnica a pod. .

Grafická kalkulačka obsahuje ešte radu ďalších aplikácií, napr. aplikáciu *Finance*, ktorú je možné využiť pri výučbe finančnej matematiky, aplikácie *Numeric Solver*, *Text Editor* atď. Ja som sa zamerala hlavne na tie, ktoré sa dajú využiť na základnej škole. Tieto aplikácie som používala aj pri riešení úloh v nasledujúcich kapitolách. Intenzívnejšie využitie kalkulačky je určite možné na strednej škole, a jej úplne využitie snáď až na technicky, či prírodovedne zameraných vysokých školách.

2 Algebra

Náplňou tejto kapitoly bude využitie grafickej kalkulačky pri výučbe funkcií lineárnych a kvadratických, pri riešení lineárnych rovníc a pri grafickom riešení sústavy lineárnych rovníc s dvoma neznámymi. Súčasťou spracovania tém sú aj definície, ktoré sú prevzaté z učebníc matematiky pre základné školy, viď zoznam použitej literatúry [1], [2].

2.1 Funkcie

Definície

- 1) **Funkciou f** nazývame predpis, ktorý každému prvku danej číselnej množiny $D(f)$ priraduje najviac jedno (žiadne alebo jedno) číslo z množiny všetkých reálnych čísel \mathbb{R} . Množina $D(f)$ sa nazýva **definičný obor funkcie f** .
- 2) Množina reálnych čísel, ktoré sú funkciou f priradené prvkom jej definičného oboru $D(f)$, sa nazýva **obor hodnôt funkcie f** a označuje sa **$H(f)$** .

- 3) **Grafom funkcie** $f: y = f(x)$, $x \in D(f)$ v pravouhlej sústave súradníc nazývame množinu všetkých bodov, ktoré majú súradnice $[x; y]$.

Lineárna funkcia

Definície

- 1) **Lineárnou funkciou** je každá funkcia daná rovnicou $y = ax + b$, kde a , b sú reálne čísla a definičným oborom je množina všetkých reálnych čísel.
- 2) Grafom lineárnej funkcie je **priamka**.
- 3) Funkcia f je:
 - **rastúca** práve vtedy, keď pre každé dve hodnoty x_1, x_2 z definičného oboru $D(f)$ platí: ak je $x_1 < x_2$, potom $f(x_1) < f(x_2)$,
 - **klesajúca** práve vtedy, keď pre každé dve hodnoty x_1, x_2 z definičného oboru $D(f)$ platí: ak je $x_1 < x_2$, potom $f(x_1) > f(x_2)$.
- 4) **Konštantná funkcia** je špeciálny prípad lineárnej funkcie $y = ax + b$, kde $a = 0$. Tvar rovnice konštantnej funkcie je $y = b$. Grafom je priamka rovnobežná s x -ovou osou, ktorá prechádza bodom $[0; b]$.

Pred riešením úloh v menu nastavíme kalkulačku:

- v položke *Graph* zvolíme *Function*,
- v položke *Display Digits* zvolíme *Fix 1*,

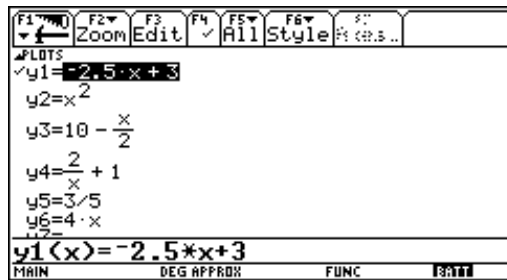
Úloha 1

Rozhodnite, ktorá z nasledujúcich rovníc je rovnicou lineárnej funkcie. Rozhodnutie najskôr urobte na základe rovnice, potom ho overte pomocou grafu.

$$y = -2,5x + 3; \quad y = x^2; \quad y = -2 - \frac{x}{2};$$

$$y = \frac{2}{x} + 1; \quad y = \frac{3}{5}; \quad y = 4x.$$

Na riešenie tejto úlohy využijeme editori $Y = a$ *Graph*. Najskôr v editori $Y =$ zadáme príslušné funkcie (obr. 2.1). Potom jednotlivé funkcie necháme graficky zobrazíť v editori *Graph*. Konkrétnu funkciu vyberáme tlačidlom . V grafickom editori sa nám zobrazí len takto zvolená funkcia.



obr. 2.1

Samozrejme je možné nechať zobraziť všetky funkcie do jedného grafu. Vzhľadom na to, že sa nedá priamo ku grafu priradiť číslo odpovedajúcej funkcie, nebolo by toto riešenie názorné.

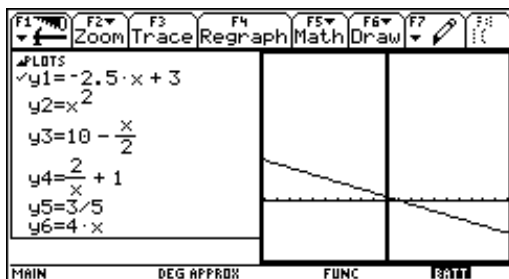
Pre zvýšenie prehľadnosti je možné využiť súčasné zobrazenie oboch editorov na obrazovke kalkulačky.

Menu \square upravíme nasledovne:

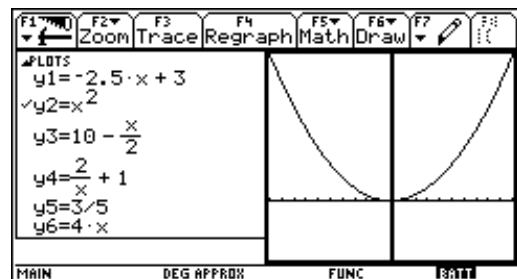
- v položke *Split Screen* nastavíme *Left – Right*,
- v položke *Split 1 App* nastavíme *Y = Editor*,
- v položke *Split 2 App* nastavíme *Graph*.

Na premiestňovanie sa medzi týmito dvoma oknami obrazovky používame tlačidlá \square a \square .

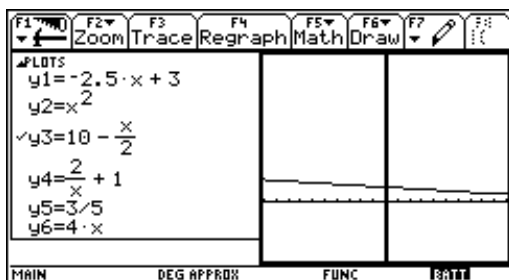
Na obrázkoch 2.2 – 2.7 je zachytené využitie zobrazenie dvoch editorov súčasne pri riešení úlohy.



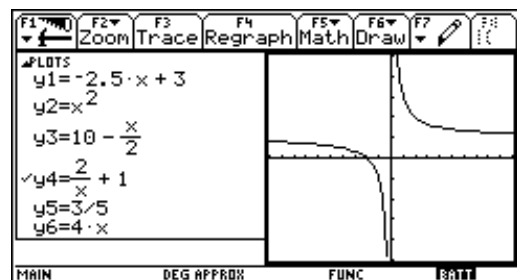
obr. 2.2



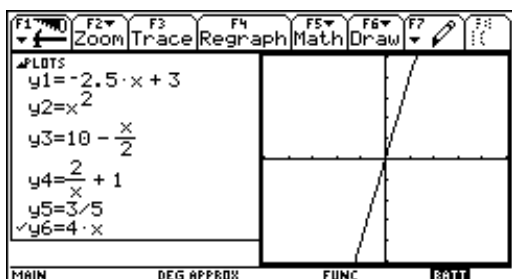
obr. 2.3



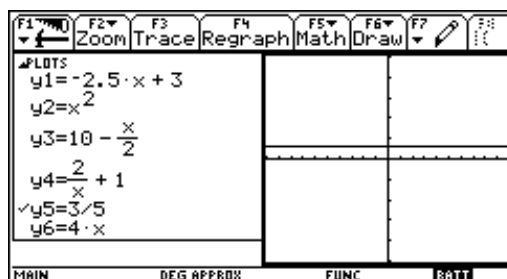
obr. 2.4



obr. 2.5



obr. 2.6

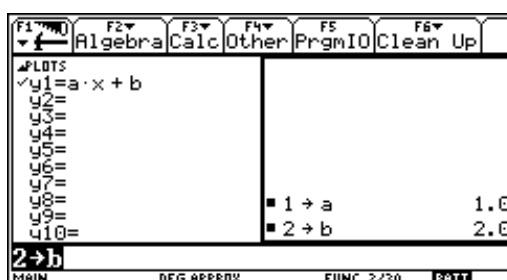


obr. 2.7

Zmyslom tejto úlohy malo byť, aby si žiaci uvedomili prepojenie medzi formou zápisu lineárnej funkcie $y = ax + b$ a jej grafom, ktorým je priamka. Použitie grafickej kalkulačky je tu podľa môjho názoru neoceniteľné najmä z toho dôvodu, že žiaci okrem lineárnej funkcie nepoznajú žiadne iné. A ak im chceme ukázať, že tvar zápisu lineárnej funkcie a tvar grafu sú prepojené, potrebujeme použiť aj grafy iných funkcií. Načrtnúť tieto grafy však nie je najjednoduchšie, môže to trvať aj pomerne dlhú dobu a aj odvieť pozornosť od hlavného cieľa, ktorým sú lineárne funkcie. Na grafickej kalkulačke žiaci graf uvidia v priebehu pár sekúnd. Neskôr môžu aj sami skúšať zadávať predpisy lineárnych funkcií a ihneď si ich skontrolovať prostredníctvom grafu.

Koeficienty a, b

Nasledujúce úlohy sú venované koeficientom a, b . Tomu ako ich hodnoty ovplyvňujú tvar grafu lineárnej funkcie. Práve tu je výhodne využiť možnosť, ktorú nám ponúka grafická kalkulačka. V editori $Y =$ je možné navoliť predpis lineárnej funkcie v obecnom tvare $y = ax + b$. A potom už len dosadzovať konkrétne hodnoty koeficientov a, b v okne, ktoré sa objaví stlačením tlačidiel \square a \mathbf{Q} . Hodnoty dosadíme týmto spôsobom: najskôr napíšeme hodnotu, ktorú chceme dosadiť za a , stlačíme tlačidlo \square a napíšeme a . Analogicky pre hodnotu b . (obr. 2.8)



obr. 2.8

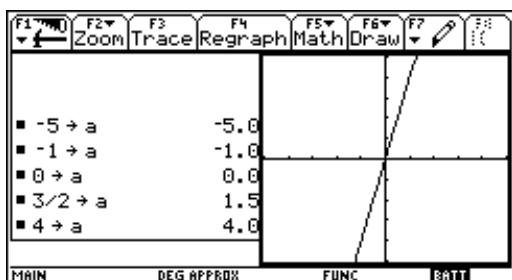
- **$a \in \mathbb{R}, b = 0$**

Úloha 2

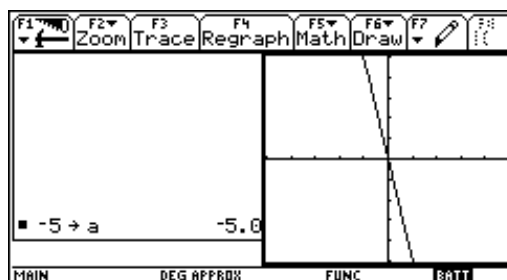
Zostrojte na kalkulačke graf funkcie $f: y = ax$, kde postupne za a dosadíte hodnoty

z množiny $\left\{-5, -1, 0, \frac{3}{2}, 4\right\}$.

V editori $Y =$ zadáme obecný tvar $y = ax$, ďalej v editori *Home* dosadíme za a zadané hodnoty a v grafickom editori zobrazíme grafy. Opäť použijeme zobrazenie editorov *Home* a *Graph* na jednej obrazovke, viď obrázky 2.9 a 2.10.



obr. 2.9



obr. 2.10

Po každom zadaní novej hodnoty a je potrebné prepnúť sa do grafického editora, pretože po zadaní novej hodnoty sa automaticky zobrazí graf jej odpovedajúci. Návrat k predchádzajúcemu grafu je možný len opätovným zadaním danej hodnoty a .

Táto úloha by mala slúžiť k tomu, aby si žiaci uvedomili ako zmeny koeficientu a ovplyvnia graf funkcie.

Po vyriešení tejto úlohy by žiaci mali byť schopní doplniť nasledujúce definície:

Lineárna funkcia $y = ax + b$ je **rastúca**, ak $a > 0$.

Lineárna funkcia $y = ax + b$ je **klesajúca**, ak $a < 0$.

(Riešenie: Lineárna funkcia $y = ax + b$ je **rastúca**, ak $a > 0$,

Lineárna funkcia $y = ax + b$ je **klesajúca**, ak $a < 0$)

- **$a = 0, b \in \mathbb{R}$**

Úloha 3

Zostrojte na kalkulačke grafy nasledujúcich funkcií:

$$f_1: y = 0; \quad f_2: y = 2; \quad f_3: y = -3.$$

Pri riešení najskôr využijeme zobrazenie dvoch okien na obrazovke, tentokrát to budú $Y = a$ Table. V tabuľke bude jasne vidieť, že hodnota y je v prípade konštantnej funkcie rovnaké pre všetky hodnoty x z definičného oboru (obr. 2.11 a 2.12). Nesmieme však zabudnúť zmeniť v editori $Y =$ zadanie funkcie na $y = b$.

x	y1
-3.0	2.0
-2.0	2.0
-1.0	2.0
0.0	2.0
1.0	2.0
2.0	2.0
3.0	2.0

■ 2 + b 2.0

X = -3.

obr. 2.11

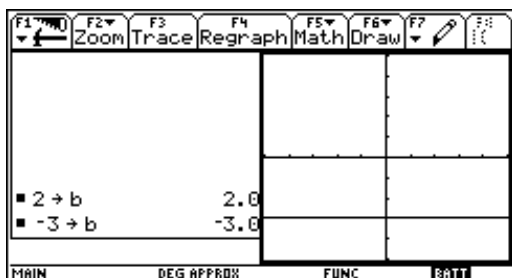
x	y1
-3.0	-3.0
-2.0	-3.0
-1.0	-3.0
0.0	-3.0
1.0	-3.0
2.0	-3.0
3.0	-3.0

■ 2 + b 2.0
■ -3 + b -3.0

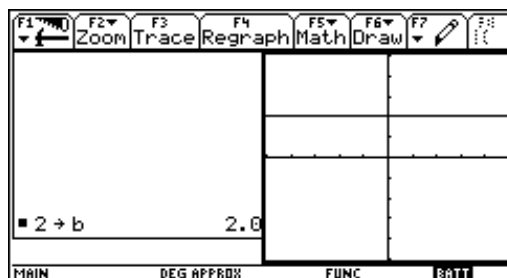
X = 3.

obr. 2.12

Toto zistenie doložíme aj grafickým zobrazením funkcií, aby bolo názorne vidieť, ako zmeny b ovplyvnia polohu grafu (obr. 2.13 a 2.14).



obr. 2.13



obr. 2.14

- **$a \in \mathbb{R}, b \in \mathbb{R}$**

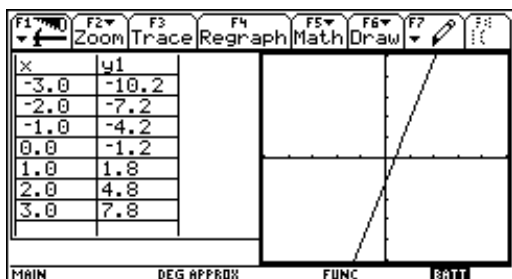
Úloha 4

Zostrojte na kalkulačke grafy funkcií: $f_1: y = 3x - 1,2; \quad f_2: y = x + 2$
 $g_1: y = -2x - 1; \quad g_2: y = -x + 3$

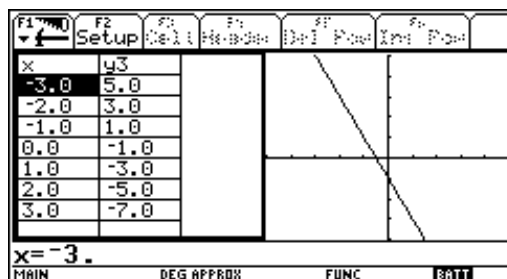
Myslím si, že by bolo názorné pre túto úlohu opäť zobrazit' na obrazovke kalkulačky dva editori *Table* a *Graph*. V tabuľke sa bude dať vypočítavať, že pri rastúcej funkcii s rastúcou hodnotou x rastie aj hodnota y . A pri klesajúcej s rastúcim

x hodnoty y klesajú. V druhom okne bude súčasne vidieť ako sa líši graf rastúcej a klesajúcej funkcie.

V $Y =$ zadáme jednotlivé funkcie, pričom vždy necháme označenú len jednu.



obr. 2.15



obr. 2.16

V tejto chvíli keď už žiaci vedia riešiť úlohy s lineárnymi funkciami na grafickej kalkulačke, využijeme túto znalosť neskôr pri riešení lineárnych rovníc. Teraz sa však ešte zameriame na kvadratické funkcie.

Kvadratická funkcia

Definície

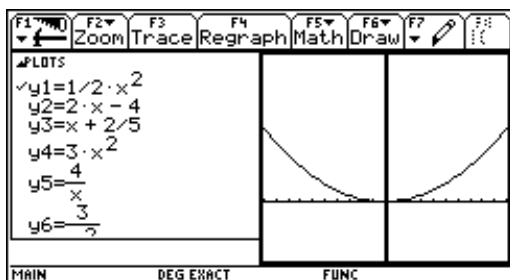
- 1) Funkcia daná rovnicou $y = ax^2$, kde a je ľubovoľné reálne číslo rôzne od nuly, sa nazýva **kvadratická funkcia**.
- 2) **Definičným oborom** je množina všetkých reálnych čísiel.
- 3) Grafom kvadratickej funkcie je **parabola**.

Úloha 1

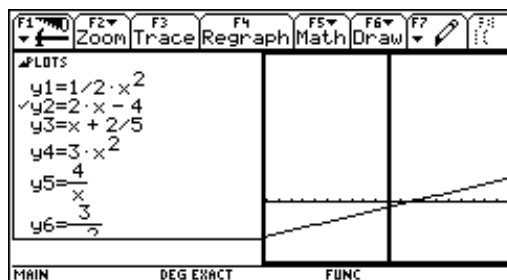
Rozhodnite na základe tvaru rovnice, či ide o lineárnu alebo o kvadratickú funkciu. Svoje tvrdenie overte prostredníctvom grafu.

$$y = \frac{1}{2}x^2; \quad y = 2x - 4; \quad y = 3x^2; \quad y = \frac{4}{x};$$

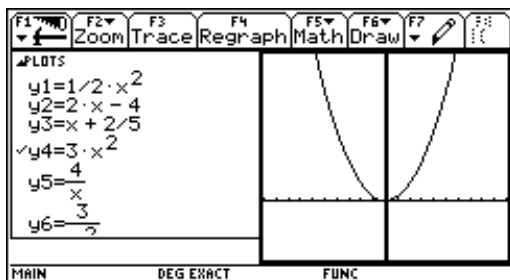
Pri riešení úlohy opäť využijeme editori $Y =$ a *Graph* a ich súčasné zobrazenie na obrazovke (obr. 2.17 – 2.20)



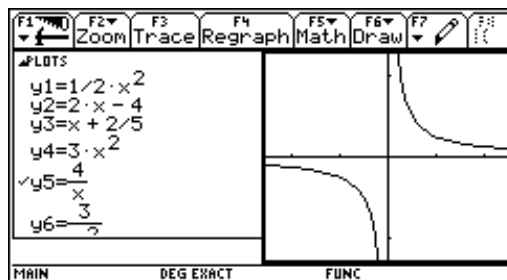
obr. 2.17



obr. 2.18



obr. 2.19



obr. 2.20

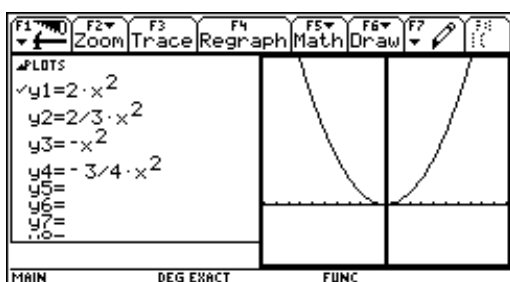
Táto úloha má opäť slúžiť hlavne na uvedenie si spojitosti medzi tvarom zápisu funkcie a grafom. Ak je grafom priamka určite nepôjde o kvadratickú funkciu.

Úloha 2

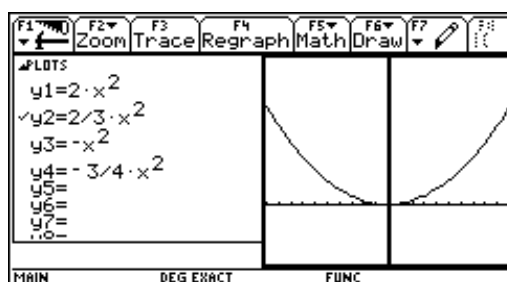
Zostrojte grafy nasledujúcich funkcií.

$$y = 2x^2; \quad y = \frac{2}{3}x^2; \quad y = -x^2; \quad y = -\frac{3}{4}x^2$$

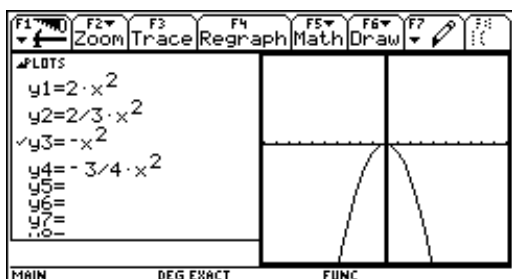
Postup pri riešení je totožný s predchádzajúcou úlohou.



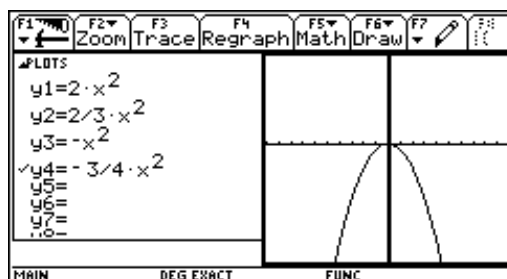
obr. 2.21



obr. 2.22



obr. 2.23



obr. 2.24

Zmyslom tejto úlohy bolo ukázať ako zmena hodnoty koeficientu a ovplyvní tvar a polohu paraboly.

Na základe predchádzajúcej úlohy a obrázkov 2.21 – 2.24 by žiaci opäť mali byť schopní doplniť nasledujúce symboly „ $<$ “, „ $>$ “, klesajúca, rastúca“ do vlastností kvadratickej funkcie $y = ax^2$:

- pre $a > 0$ je obor hodnôt funkcie $H(f) = (-\infty; +\infty)$, funkcia je..... v intervale $(-\infty; 0)$ a v intervale $(0; +\infty)$.
- pre $a < 0$ je obor hodnôt funkcie $H(f) = (-\infty; +\infty)$, funkcia je..... v intervale $(-\infty; 0)$ a v intervale $(0; +\infty)$.

(Riešenie:

pre $a > 0$ je obor hodnôt funkcie $H(f) = (-\infty; +\infty)$, funkcia je *klesajúca* v intervale $(-\infty; 0)$ a *rastúca* v intervale $(0; +\infty)$.

pre $a < 0$ je obor hodnôt funkcie $H(f) = (-\infty; +\infty)$, funkcia je *rastúca* v intervale $(-\infty; 0)$ a *klesajúca* v intervale $(0; +\infty)$

2.2 Lineárne rovnice

Definície

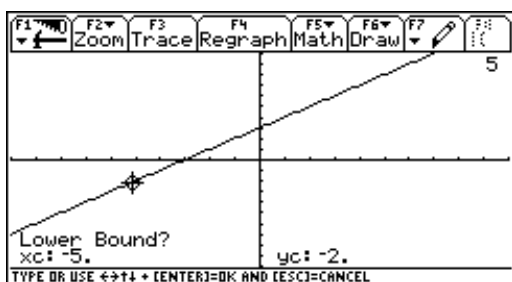
Rovnica obsahuje neznámu, ktorú označujeme písmenom. Riešiť rovnicu znamená nájsť všetky čísla, ktoré po dosadení za neznámu zmenia rovnicu na platnú rovnosť.

Úloha 1

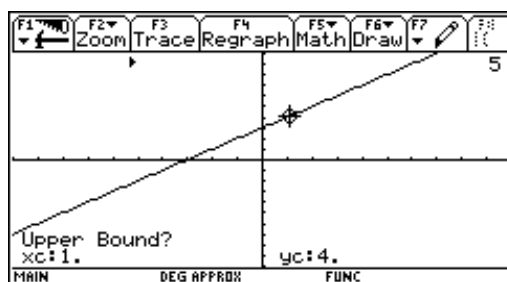
Riešte rovnice:

- a) $x + 3 = 0$
- b) $2x + 4 = -2$
- c) $5x - 6 = 2x + 3$

Rovnice si najskôr upravíme na tvar $ax + b = 0$, kde a, b sú reálne čísla. Ľavú časť rovnosti vynesieme do grafu a budeme hľadať priesečník grafu s x -ovou osou a to prostredníctvom \square v grafickom editori. Tu si zvolíme položku *Zero*, na grafe sa nám zobrazí kurzor, ktorý najskôr nastavíme na ľubovoľné miesto (*Lower Bound*) na priamke ležiace pod priesečníkom, teda pod osou x (obr. 2.25), potvrdíme \square . Zopakujeme to aj pre ľubovoľnú hodnotu (*Upper Bound*) ležiacu nad priesečníkom, teda nad osou x (obr. 2.26).

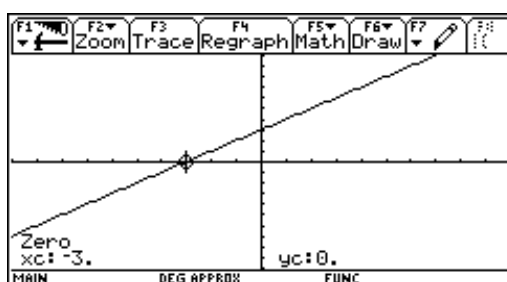


obr. 2.25



obr. 2.26

Po potvrdení \square sa nám zobrazia súradnice priesečníku priamky s x -ovou osou (obr. 2.27). X-ová súradnica je hľadanou neznámou.



obr. 2.27

Pri klesajúcej lineárnej funkcii je potrebné dať si pozor na to, že *Lower Bound* leží nad osou x a *Upper Bound* pod osou x .

2.3 Grafické riešenie sústavy dvoch lineárnych rovníc s dvoma neznámymi

Definície

- 1) Rovnica, ktorá má tvar $ax + by = c$, kde $a \neq 0$, $b \neq 0$, $a, b, c \in \mathbb{R}$ a x, y sú neznáme, sa nazýva **lineárna rovnica s dvoma neznámymi**.
- 2) **Riešením** lineárnej rovnice s dvoma neznámymi je **usporiadaná dvojica čísiel x, y** , ktorá po dosadení do rovnice premení túto rovnicu na rovnosť.
- 3) Sústava dvoch lineárnych rovníc o dvoch neznámých v množine reálnych čísiel:
 - a) má práve jedno riešenie. Grafy odpovedajúcich lineárnych funkcií sú rôznobežné priamky
 - b) nemá riešenie. Grafy odpovedajúcich lineárnych funkcií sú rôzne rovnobežky.
 - c) má nekonečne veľa riešení. Grafy odpovedajúcich lineárnych funkcií sú priamky, ktoré splývajú.

Postup pri grafickom riešení sústavy lineárnych rovníc:

Každú z rovníc upravíme na tvar $y = ax + b$, $x \in \mathbb{R}$, tým pádom dostaneme dve lineárne funkcie. Obe vynesieme do jedného grafu. V grafe potom nájdeme priesečník, jeho súradnice určujú riešenie sústavy dvoch lineárnych rovníc s dvoma neznámymi.

Úloha 1

Na grafickej kalkulačke riešte nasledujúce sústavy:

- a) $6x - 4y = 1$
 $3x - 2y = -8$
- b) $2x - y = 3$
 $-x + \frac{y}{2} = -\frac{3}{2}$
- c) $2x - y = 3$
 $\frac{x}{3} + \frac{y}{3} = -1$

Rovnice upravíme na tvar $y = ax + b$, $x \in \mathbb{R}$:

a) $y = \frac{3}{2}x - \frac{1}{4}$

$$y = \frac{3}{2}x + 4$$

b) $y = 2x - 3$

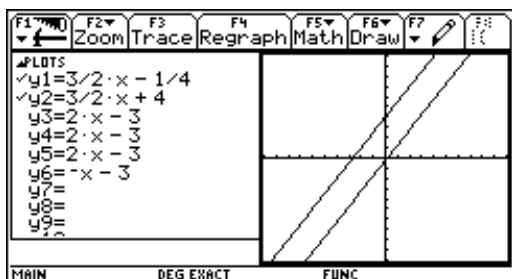
$$y = 2x - 3$$

c) $y = 2x - 3$

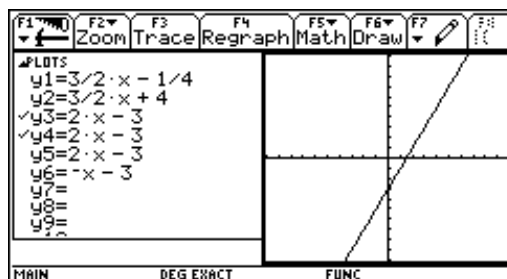
$$y = -x - 3$$

Takto upravené rovnice zadáme do editora $Y = a$ *Graph*. Kalkulačku si nastavíme na súčasne zobrazenie oboch editorov.

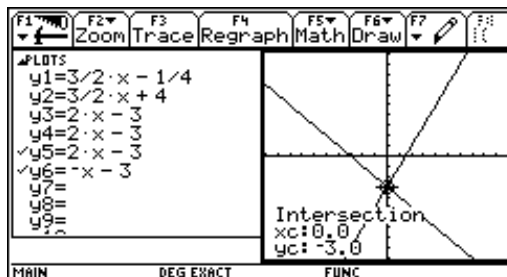
Z obrázkov 2.28, 2.29, 2.30 je vidieť, že nie vždy je možné nájsť priesečník funkcií. Tam kde to možné je ho nájdeme takto: v menu \square zvolíme položku *Intersection*. Po potvrdení \square sa v grafickom editore objaví kurzor. Kalkulačka chce, aby sme zvolili prvú a druhú funkciu. Urobíme to tak, že postavíme kurzor na jednu funkciu a potvrdíme \square , potom zopakujeme aj pre druhú funkciu. Teraz musíme označiť *Lower Bound* a *Upper Bound* jednej funkcie (nezáleží, ktorej konkrétne. Nesmieme však zabudnúť na rozdielne umiestnenie týchto bodov v prípade rastúcej a klesajúcej funkcie). Po potvrdení týchto bodov sa zobrazia súradnice priesečníku a teda riešenie našej sústavy.



obr. 2.28



obr. 2.29



obr. 2.30

3 Štatistika

Štatistika je časť matematiky, ktorá sa zaoberá skúmaním tzv. hromadných javov. To sú vlastnosti väčšieho počtu osôb, zvierat, rodín, organizácií, firiem, atď.

Cieľom je získanie takých údajov, ktoré nám budú nápomocné pri dôležitých rozhodnutiach, napr. pri riadení štátu, miest, firiem, škôl a pod.

Výučba štatistiky môže byť pre žiakom zaujímavou, najmä vtedy, ak budeme spracovávať údaje, ktoré sa ich nejakým spôsobom osobne dotýkajú. Žiaci sa určite radi zapoja aj do získavania vhodných údajov na spracovanie.

Takýto prístup má veľa ďalších výhod, ako napr. naučiť deti kde a ako najefektívnejšie získavať potrebné informácie.

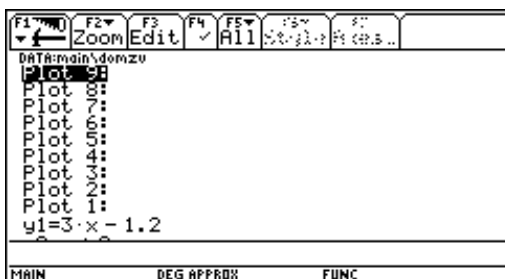
Pri spracovávaní tejto kapitoly som čerpala z literatúry, ktorá je uvedená v zozname použitej literatúry ako [1] a [3].

Nastavenie kalkulačky:

V menu nastavíme nasledujúce vlastnosti:

- v položke *Graph* navolíme možnosť *Function*,
- v položke *Display Digits* si zvolíme formát zobrazovania výsledku (s koľkými desatinnými miestami bude uvádzaný výsledok).

V editori funkcií vypneme všetky predpisy, ktoré tam máme zadané, aby sa nám nezobrazovali spolu so štatistickými grafmi. Tie si v tomto editori zobrazíme tak, že vyrolujeme obrazovku kalkulačky tlačidlom (obr. 3.1)



obr. 3.1

3.1 Vkládanie dát a ich štatistické spracovanie

Úloha 1

V triede 8.B sme sa každého žiaka opýtali koľko má domácich zvierat. Zistené údaje sme si spísali do nasledujúcej tabuľky.

Tabuľka č.1 – Počet zvierat u žiakov 8.B

Číslo žiaka	Meno žiaka	Počet zvierat
1	Daniela	2
2	Andrea	1
3	Rasťo	2
4	Ema	0
5	Martin	4
6	Jakub	3
7	Katka	1
8	Dominik	1
9	Jozef	0
10	Michal	0
11	Petra	3
12	Peter	3
13	Dušan	3
14	Natália	2
15	Zuzana	4
16	Anna	0
17	Tomáš	1
18	Lucia	5
19	Martina	7
20	Matúš	5
21	Emil	4
22	Ivana	3
23	Juraj	2

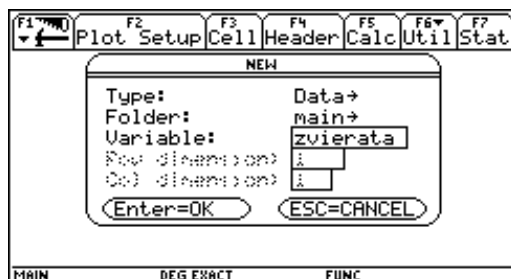
- tým, že sme u žiakov 8.B zistili koľko majú domácich zvierat sme uskutočnili **štatistický prieskum**,
- žiaci 8.B tvorili **štatistickú skupinu**,
- každý člen tejto skupiny, teda každý žiak, sa nazýva **štatistická jednotka**,
- počet týchto jednotiek v celej skupine nám udáva **rozsah súboru**, obvykle sa označuje ***n***. V našom príklade je $n = 23$,

- u každého žiaka, teda štatistickej jednotky, sme zisťovali koľko má domácich zvierat. Táto zisťovaná vlastnosť sa nazýva **štatistický znak**. Štatistické znaky delíme na číselné a slovné. Číselným znakom je napríklad vek, počet detí, zvierat, známka a pod. Slovným znakom je napríklad farba vlasov, domu, ukončená škola a pod.
- štatistickým spracovaním súboru získame jeho charakteristiky, ako je:
 - **aritmetický priemer** \bar{x} , ktorý vypočítame tak, že vydělíme súčet všetkých hodnôt v súbore rozsahom súboru,
 - **medián** \tilde{x} , je to hodnota, ktorá sa nachádza uprostred súboru usporiadaného podľa veľkosti. V prípade, že je rozsah súboru párne číslo, je medián aritmetickým priemerom dvoch prostredných hodnôt,
 - **modus** \hat{x} , je hodnota, ktorá sa v určitom rozdelení vyskytuje najčastejšie.

Ako vložíme zistené znaky do grafickej kalkulačky?

Po stlačení tlačidla \square sa nám zobrazí ponuka, z ktorej si vyberieme položku *Data/Matrix Editor*. Následne si vyberieme tretiu možnosť *New*, prostredníctvom ktorej vytvoríme nový súbor s našimi dátami. Objaví sa nám ponuka, v ktorej navolíme možnosti tak ako sú zobrazené na obr. 3.2 (*zvierata* je názov pre náš súbor dát). Po potvrdení tlačidlom \square môžeme začať s vkladaním dát. V ponuke pod \square si vyberieme *Insert* a potom *Column*. Teraz môžeme postupne zadávať mená žiakov do stĺpca *c1* a zistené počty domácich zvierat do stĺpca *c2*.

Na obr. 3.3 je vidieť ako takáto tabuľka vyzerá, ďalšie riadky tabuľky zobrazíme pomocou \square .



obr. 3.2

DATA	c1	c2	c3	c4	c5
1	danie..	2			
2	andrea	1			
3	rasto	2			
4	ema	0			
5	martin	4			
6	jakub	3			
7	katka	1			

obr. 3.3

Pre prehľadnosť je dobré usporiadať si dané dáta podľa počtu domácich zvierat a to prostredníctvom funkcie *Sort Col, adjust all* v ponuke \square . Výhodou tejto funkcie

v porovnaní s funkciou *Sort Column* je v tom, že neusporiada len stĺpec, v ktorom sa nachádza kurzor, ale podľa neho aj všetky ostatné stĺpce. (obr. 3.4)

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
	Plot	Setup	Cell	Header	Calc	Util	Stat
DATA	c1	c2	c3	c4	c5		
1	mic	0					
2	ema	0					
3	jozef	0					
4	anna	0					
5	katka	1					
6	domin...	1					
7	tonas	1					

r1c1=mic
MAIN DEG EXACT FUNC BATT

obr. 3.4

Ak chceme zistiť charakteristiky použijeme .

main\zvierata Calculate

Calculation Type.. OneVar →

X..... c2

Store RegStat to... none→

Use Freq and Categories? NO→

Freq.....

Category.....

(Include Categories) C

Enter=SAVE ESC=CANCEL

MAIN DEG APPROX FUNC

obr. 3.5

Zobrazené menu (obr. 3.5) upravíme nasledovne:

- v *Calculation Type* zvolíme *One var*,
- do kolónky pre *x* vložíme názov stĺpca, v ktorom sa nachádzajú zistené počty domácich zvierat, v našom prípade to je stĺpec *c2*.

Zvolené možnosti potvrdíme tlačidlom , týmto sa nám zároveň zobrazí aj tabuľka s vypočítanými charakteristikami. Pre zobrazenie všetkých charakteristík je potrebné zrolovať obrazovku tlačidlom (obr. 3.6 a obr. 3.7).

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
	Plot	Setup	Cell	Header	Calc	Util	Stat
DATA	c1						
1	mic						
2	ema						
3	joz						
4	ann						
5	kat						
6	dom						
7	tom						

STAT VARS

\bar{x} =2.434783

Σx =56.

Σx^2 =212.

S_x =1.854383

$nStat$ =23.

$minX$ =0.

$q1$ =1.

$medStat$ =2.

Enter=OK

r1c1=mic
MAIN DEG EXACT FUNC BATT

obr. 3.6

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
	Plot	Setup	Cell	Header	Calc	Util	Stat
DATA	c1						
1	mic						
2	ema						
3	joz						
4	ann						
5	kat						
6	dom						
7	tom						

STAT VARS

Σx^2 =212.

S_x =1.854383

$nStat$ =23.

$minX$ =0.

$q1$ =1.

$medStat$ =2.

$q3$ =4.

$maxX$ =7.

Enter=OK

r1c1=mic
MAIN DEG EXACT FUNC BATT

obr. 3.7

Z týchto charakteristík sú pre základnú školu podstatné hlavne tieto:

- \bar{x} aritmetický priemer,
- $\sum x$ súčet všetkých hodnôt v súbore,
- $nStat$rozsah súboru,
- $minX$minimálna hodnota v súbore,
- $medStat$medián súboru,
- $maxX$maximálna hodnota v súbore.

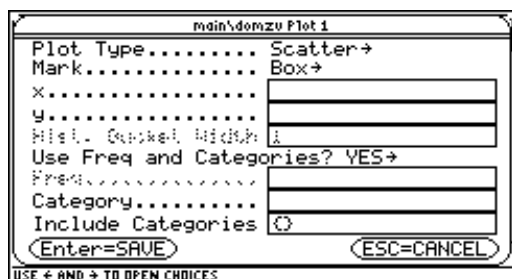
3.2 Grafické spracovanie štatistických dát

Štatistické dáta sa veľakrát spracovávajú graficky. S takýmto spracovaním sa stretávame skoro denne v novinách, televízii. Prostredníctvom týchto grafov sú nám oznamované výsledky prieskumov, ako napr. akú stranu by ste volili, ako často chodíte na dovolenku a kam, akú školu ste ukončili,

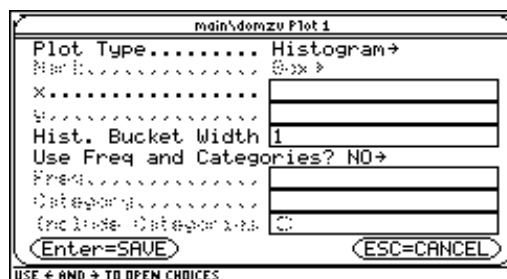
Graficky spracovať získané údaje je možné aj na grafickej kalkulačke. Grafická kalkulačka nám ponúka tieto typy grafov:

- bodový diagram - *Scatter*,
- spojnicový diagram – *xyline*,
- kvartilový diagram – *Box Plot*,
- histogram – *Histogram*,
- modifikovaný kvartilový diagram – *Mod Box Plot*.

Na grafické spracovanie štatistických dát v aplikácii *Data / Matrix Editor* si v menu *Plot Setup* zvolíme jeden z deviatich možných diagramov (*Plot*). Vlastnosti nadefinujeme po stlačení tlačidla (obr. 3.8).



obr. 3.8



obr. 3.9

- v položke *Plot Type* si zvolíme typ grafu podľa vyššie popísaných možností,
- v položke *Mark* zvolíme symbol, ktorý bude použitý na znázornenie bodov,
- v položke *x* vyplníme názov stĺpca, v ktorom sa nachádzajú dáta (nezávislá premenná),
- v položke *y* vyplníme názov stĺpca, v ktorom sa nachádzajú početnosti dát (závislá premenná). Tento riadok je aktívny iba v prípade, že chceme zobrazit' bodový alebo spojnicový diagram,
- v prípade, že sme si v *Plot Type* zvolili *Histogram*, musíme vyplniť položku *Hist. Bucket Width* (obr. 3.9), t.j. šírku, ktorú bude mať každý stĺpec histogramu,
- položky *Freq*, *Category* a *Include Categories* sú aktívne len v prípade, že *Use Freq and Categories?* je nastavené na *Yes*. *Freq* je aktívna len pre kvartilový diagram alebo histogram, zadávame sem meno stĺpca, v ktorom sú početnosti.

Histogram

Ak budeme chcieť údaje z úlohy 1 zobrazit' v histograme, musíme si najskôr vytvorit' nový súbor, do ktorého vložíme početnosti, t.j. tabuľku, ktorá v jednom stĺpci bude obsahovať možné hodnoty sledovaného znaku (počty domácich zvierat 0 – 7) a v druhom číslo, odpovedajúce počtu výskytu tohto znaku (obr. 3.10).

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
	Plot	Setup	Cell	Header	Calc	Util	Stat
DATA							
	c1	c2	c3	c4	c5		
1	0.0	4.0					
2	1.0	4.0					
3	2.0	4.0					
4	3.0	5.0					
5	4.0	3.0					
6	5.0	2.0					
7	6.0	0.0					
r1c1=0.							
MAIN DEG APPROX FUNC							

obr. 3.10

V menu *Plot Setup* si zvolíme *Plot 1* a stlačíme , tu navolíme jednotlivé vlastnosti, vid' obr. 3.11. Potvrdíme tlačidlom a po stlačení a **R** sa prepneme do grafického editora. Teraz je ešte potrebné upraviť parametre obrazovky a to vo. .
Položky nastavíme na nasledujúce hodnoty:

$xmin = 0$, najmenšia hodnota sledovaného znaku,
 $xmax = 8$, najväčšia hodnota sledovaného znaku,

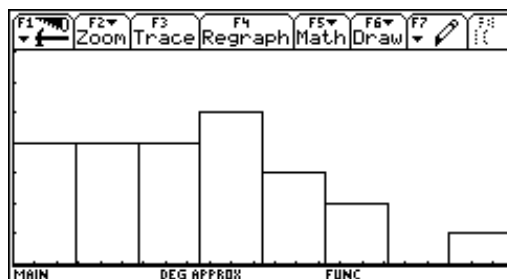
$y_{min} = 0$, najmenšia početnosť,

$y_{max} = 7$, najväčšia početnosť.

Histogram sa nám zobrazí tak, ako je uvedené na obr. 3.12.



obr. 3.11

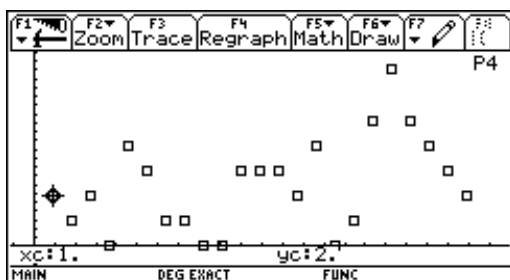


obr. 3.12

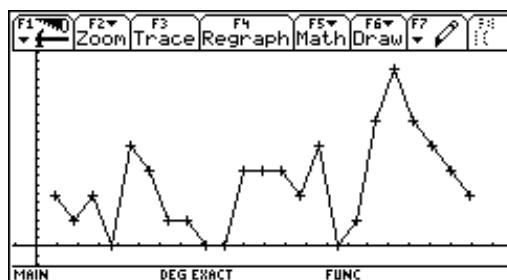
Pri pohybe po histograme (tlačidlo \square) sa nám v dolnej časti obrazovky zobrazujú hodnoty pre príslušný stĺpec a to x_{min} , x_{max} a n .

Ak by sme chceli dáta zobrazit' bodovým či spojnicovým grafom postup by bol odlišný. Najskôr by sme v *Data / Matrix Editor* zostrojili tabuľku s poradovým číslom žiaka (stĺpec $c1$) a odpovedajúcim počtom domácich zvierat (stĺpec $c2$).

Pri definovaní grafu by sme zvolili *Plot Type – Scatter (xyline)*, *Mark – Box (Plus)*, $x - c1$, $y - c2$. Po zobrazení grafu pomocou \square a **R**, upravíme zobrazovanú oblasť prostredníctvom \square a *ZoomData*. Ak využijeme možnosť trasovať graf (\square) v dolnej časti sa nám zobrazia súradnice x, y daného bodu. Výsledné grafy sú nasledovné:



obr. 3.13



obr. 3.14

4 Konštrukčná geometria

Grafická kalkulačka má v sebe implementovaný aj geometrický software a to *Cabri Geometry* a *Sketchpad*.

V aplikácii *Cabri Geometry* je možné konštruovať rôzne geometrické útvary od tých jednoduchších ako bod, priamka, osa strany či uhlu, rovnobežky, kolmice až po tie zložitejšie ako trojuholník, kružnica, mnohoholníky (pravidelné aj nepravidelné).

Myslím si, že táto aplikácia je skôr na spiestenie výučby geometrie, nebudú nútení používať pravítka, uhlomery, kružidlá a sústrediť sa, aby úsečka bola na milimeter presná a pod.

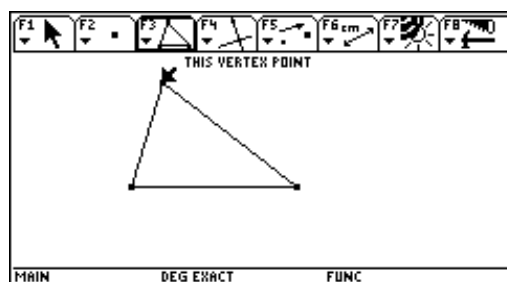
Nevýhodou aplikácie je, že nezobrazuje postup konštrukcie.

Čo táto aplikácia dokáže ukážem na príklade, v ktorom máme zostrojiť kružnicu opisanú trojuholníku.

Vyberieme si aplikáciu *Cabri Geometry*, zvolíme si nový súbor. V menu □ si zvolíme položku Triangle (obr. 4.1) a potvrdíme □. Zobrazí sa nám ceruzka, ktorú posúvame tlačidlami □ □ □ □. Nastavíme ju na miesto, kde bude jeden vrchol trojuholníka a potvrdíme □. Potom ceruzku posunieme na miesto, kde sa bude nachádzať druhý vrchol a opäť potvrdíme □. Dalším pohybom a potvrdením □ dostaneme trojuholník. (obr. 4.2)

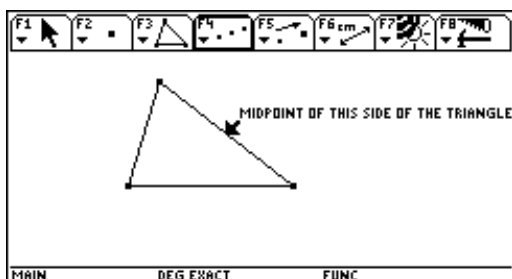


obr. 4.1

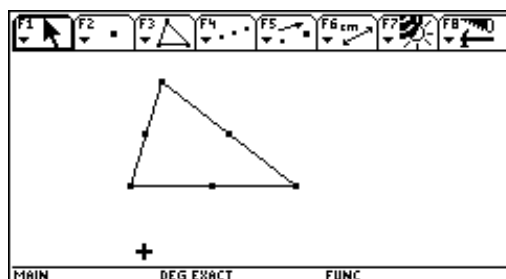


obr. 4.2

Teraz nájdeme stredy strán trojuholníka a to prostredníctvom □ a *Midpoint*. Nastavíme kurzor na každú stranu (obr. 4.3) a po stlačení □ dostaneme stred každej strany (obr. 4.4).

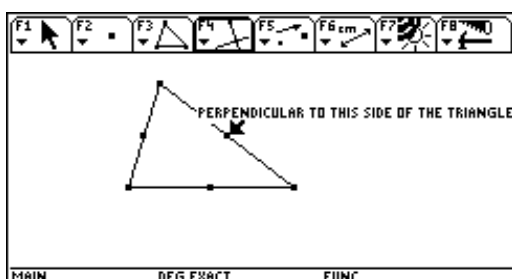


obr. 4.3

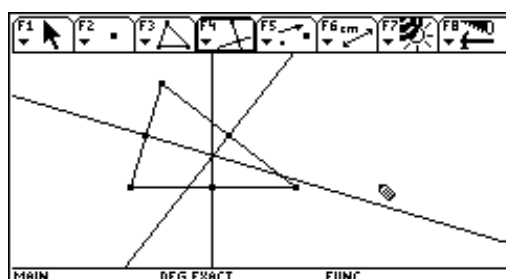


obr. 4.4

Osy strán zostrojíme v voľbou položky *Perpendicular Line*. Teraz nám už len stačí nastaviť kurzor na stredy strán (obr. 4.5) a po potvrdení sa zobrazia osy strán (obr. 4.6).

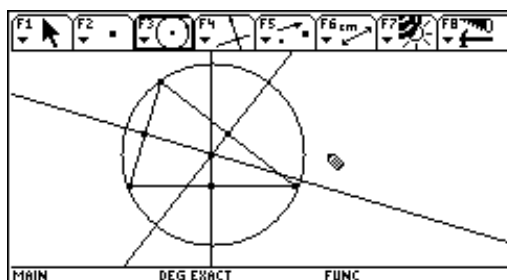


obr. 4.5



obr. 4.6

Na zostrojenie kružnice si v menu vyberieme *Circle*. Zvolíme stred kružnice, ktorý leží v priesečníku osí strán a tlačidlami nastavíme priemer kružnice, rovný vzdialenosti stredu kružnice a vrcholu trojuholníka. (obr. 4.7)



obr. 4.7

Ako je vidieť z predchádzajúcej úlohy riešenie konštrukčných úloh je jednoduché a užívateľ by preto nemal mať problémy so zvládaním takýchto typov úloh.

Záver

Témou mojej práce bolo využitie kalkulačiek pri výučbe matematiky na základnej škole.

Kdeže som nikdy predtým nemala možnosť pracovať s grafickou kalkulačkou, písanie práce bolo pre mňa veľkým prínosom.

Bola som prekvapená čo všetko je možné „vypočítať“ na grafickej kalkulačke. Ovládanie kalkulačky nie je najjednoduchšie, ale s pomocou manuálu a rád od ľudí, ktorí majú skúsenosti s obsluhou, sa dá zvládnuť v pomerne krátkej dobe. Žiaci základných škôl pod vedením vyučujúceho by preto nemali mať problém s ovládaním grafickej kalkulačky. Výhodou určite bude aj podobnosť spôsobu ovládanie kalkulačky s ovládaním počítača.

Na záver by som rada podotkla, že začlenenie grafickej kalkulačky do výučby niektorých partií matematiky môže byť veľmi prínosné. Na jednej strane deti, ktoré nemajú veľké skúsenosti s prácou na počítači sa naučia nejaké základy práce s výpočtovými programami. Na druhej strane sa zvýši názornosť a dynamika výučby a v určitej miere aj jej zaujímavosť pre tých žiakov, ktorí nemajú k matematike príliš kladný vzťah.

Literatura

- [1] Coufalová J. a kolektiv (2000): Matematika pro osmý ročník základní školy. Nakladatelství Fortuna, Praha.
- [2] Coufalová J. a kolektiv (2000): Matematika pro devátý ročník základní školy. Nakladatelství Fortuna, Praha.
- [3] Interní studijní materiály vzdělávacího programu T³: Robová J.: Základy statistiky na grafickém kalkulátoru TI-92.
- [4] Příručka pro práci s grafickou kalkulačkou VoyageTM 200: VoyageTM 200 Graphing Calculator,
http://education.ti.com/guidebooks/graphing/89ti/Voyage200Guidebook_Part2_EN.pdf