Digitálna matematika na strednej škole

Digital mathematics at secondary schools

Lilla Koreňová

Abstract

Nowadays many foreign and Slovak publications are interested in the matter of using digital technologies in teaching and they are increasingly becoming the subject for various projects, pilotings and serious researches. According to the current experiences of using didactic software and graphic calculators in different topics of high-school mathematics, we have implemented a wider nature research on the sample of four classes at one particular school (with ICT equipment above standard) in the course of one school year. In the upcoming we provide goals, hypothesis, demonstrational materials in digital form as well as some of the research results.

Keywords

ICT, e-learning, research in educational field

1 Úvod

V súčasnosti sa fenoménom využitia digitálnych technológií vo vyučovaní zaoberajú mnohé zahraničné aj slovenské publikácie, čoraz častejšie sa stáva aj predmetom rôznych projektov, pilotáží, aj serióznych výskumných prác. Ako však použiť digitálne technológie na konkrétnej vyučovacej hodine? Ktoré zo širokej škály IKT prostriedkov použiť v súčinnosti s akými formami vyučovania pre danú vekovú skupinu študentov, pre daný typ strednej školy a pre konkrétne vyučovacie ciele? Toto sú otázky, na ktoré dostávame odpovede len čiastočne a ich aktuálnosť je obmedzená veľmi rýchlym vývojom samotných digitálnych technológií. Práve preto sme v súlade s doterajšími skúsenosťami využívania didaktického softvéru a grafických kalkulačiek v jednotlivých témach stredoškolskej matematiky zrealizovali výskum širšieho charakteru, na vzorke štyroch tried jednej školy (s nadštandardným vybavením IKT) v trvaní jedného školského roka. V nasledujúcom uvádzame ciele, hypotézy, ukážkové materiály digitálneho obsahu vyučovania ako aj niektoré výsledky výskumu.

2 Výskum využitia digitálnych technológií vo vyučovaní matematiky na strednej odbornej škole

2.1 Príprava a realizácia výskumu

Cieľom našej práce bolo preskúmať efektívnosť využívania digitálnych technológií (hlavne grafických kalkulačiek a softvérov dynamickej geometrie) ako aj e-learningovej podpory výučby vo vyučovaní matematiky na strednej odbornej škole. Výskum sme realizovali v školskom roku 2009/2010 v štyroch triedach (prvom, druhom, treťom a štvrtom ročníku) Súkromnej Obchodnej Akadémie Liberta v Bratislave (www.liberta.sk)

V súlade s terminológiou Teórie didaktických situácií (Brousseau 1998) sme použili didaktické prostredie, kde materiálna zložka materiálneho prostredia pozostávala z digitálnej techniky, didaktického softvéru, elektronických študijných materiálov a pracovných listov. Študenti mali na vyučovaní k dispozícii notebooky s pripojením na internet, grafické kalkulačky, softvér Graphmatica, GeoGebra, Cabri geometria. V triede mal učiteľ k dispozícii notebook s pripojením na internet a dataprojektor. V rámci prvého kroku, noosférickej situácie sme vykonali analýzu didaktických prác, učebných osnov a plánov podľa nového štátneho vzdelávacieho programu školy. Na základe týchto záverov sme vytvorili prostredie konštrukčnej situácie výberom konkrétnych učebných materiálov, úloh, pracovných listov ako aj vyučovacích metód a foriem.

Cieľom výskumu bolo overenie nasledovných hypotéz:

H1 Študenti sú vďaka používaniu počítačov a e-learningovej podpory výučby lepšie motivovaní a javia väčší záujem o matematiku.

H2 Vhodnou aplikáciou digitálnych technológií (grafických kalkulačiek a softvérov dynamickej geometrie) vo vyučovaní matematiky sa zlepšia postoje študentov k vyučovaniu matematiky.

2.2 Ukážky digitálneho obsahu vyučovania

Podľa nového štátneho vzdelávacieho programu školy je prvoradým cieľom vyučovania matematiky získanie pozitívneho vzťahu k matematike. Nedeliteľným cieľom matematiky na stredných odborných školách je poskytnúť žiakom vedomosti a zručnosti, ktoré sú potrebné pre úspešné zvládnutie odborných predmetov príslušného študijného odboru. Zároveň by si mal absolvent SOŠ utvoriť obraz o matematike ako celku, mal by získať vedomosti z oblasti algebry, z planimetrie a zo stereometrie, z analytickej geometrie roviny a priestoru, zo základov matematickej analýzy, z kombinatoriky, zo základov pravdepodobnosti. Vo vyučovacom predmete matematika sa má využívať pre utváranie a rozvíjanie nasledujúcich kľúčových kompetencií výchovné a vzdelávacie stratégie, ktoré žiakom umožňujú:

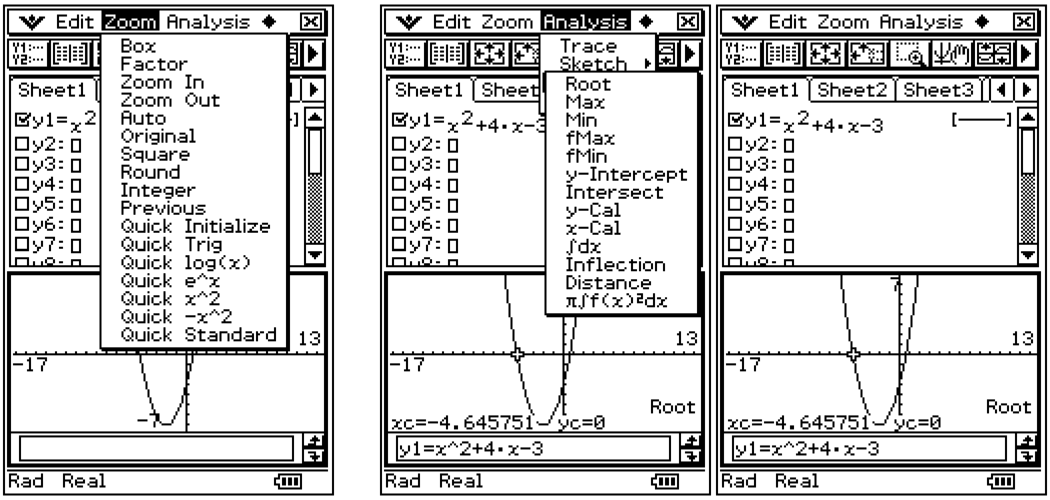
- *Schopnosti riešiť problémy*
- *Spôsobilosti využívať informačné technológie*

Tieto spôsobilosti pomáhajú žiakom rozvíjať základné zručnosti pri práci s osobným počítačom, internetom, využívať rôzne informačné zdroje a informácie v pracovnom a mimo pracovnom čase. Nová iniciatíva v oblasti elektronického vzdelávania (eLearning) si kladie za cieľ zvýšiť úroveň digitálnej gramotnosti žiakov.

V nasledujúcej časti uvádzame niekoľko ukážok digitálneho obsahu, ktorý bol študentom prístupný aj na portáli http://elearn_ematik_sk/ ako e-learningová podpora vyučovania.

Úloha 1. Je daná funkcia $y = x^2 + 4x - 3$. Určte priesečníky grafu kvadratickej funkcie s osou x, súradnice vrcholu paraboly a intervaly kde funkcia rastie a klesá. Vytvorte tabuľku hodnôt funkcie na intervale $\langle -3; 5 \rangle$ (s krokom 1).

G1: Riešenie pomocou grafickej kalkulačky **-** žiak nakreslí graf funkcie, vhodne zvolí „zoom" a pomocou „Analysis" – „G-Solve" – „Root" zistí priesečníky grafu s x-ovou osou.

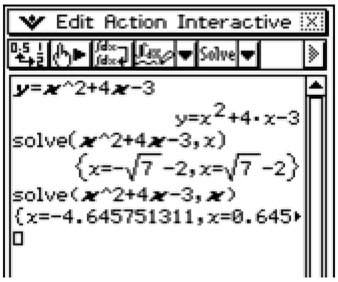


Obr. 1

G2: Riešenie pomocou grafickej kalkulačky **-** žiak vypočíta pomocou kalkulačky hodnotu x pre y = 0.

Riešenie pomocou príkazu solve(x^2+4*x-3,x) môže byť v tvare presného čísla

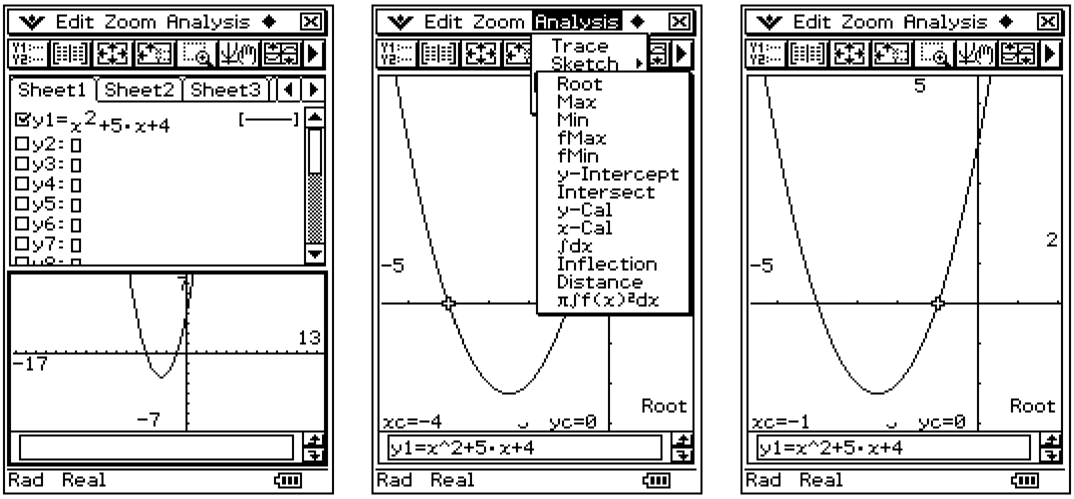
$x_1 = -\sqrt{7} - 2, x_2 = \sqrt{7} - 2$, alebo prepnutím  v tvare desatinného čísla {x=-4.645751311065,x=0.645751311065}



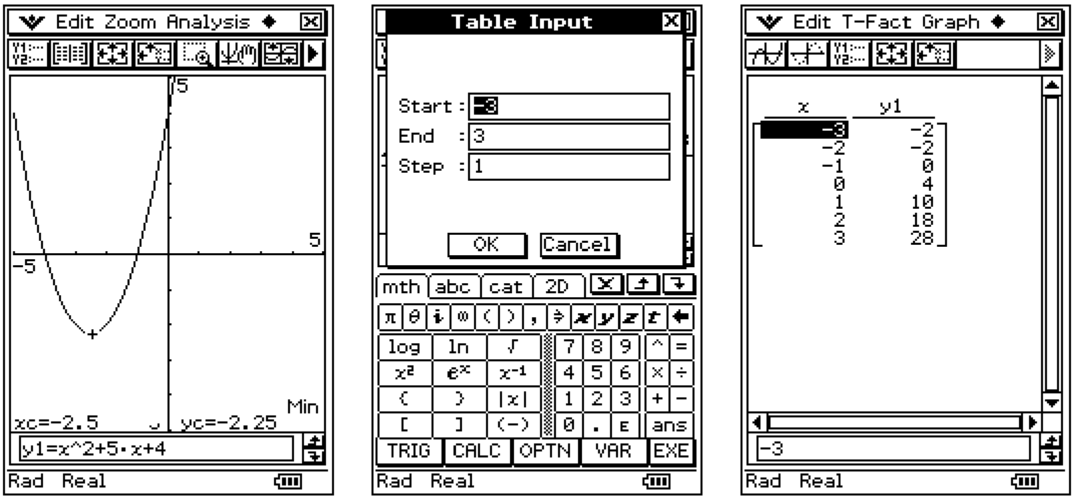
Obr. 2

Úloha 2. Je daná funkcia $y = x^2 + 5x + 4$, vypočítajte hodnoty funkcie pre x = {-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3}. Určte intervaly monotónnosti, priesečníky grafu funkcie s osami, súradnice vrcholu (príslušnej krivky) a načrtnite graf tejto funkcie.

G1: Riešenie pomocou grafickej kalkulačky - žiak nakreslí graf funkcie, vhodne zvolí „zoom“

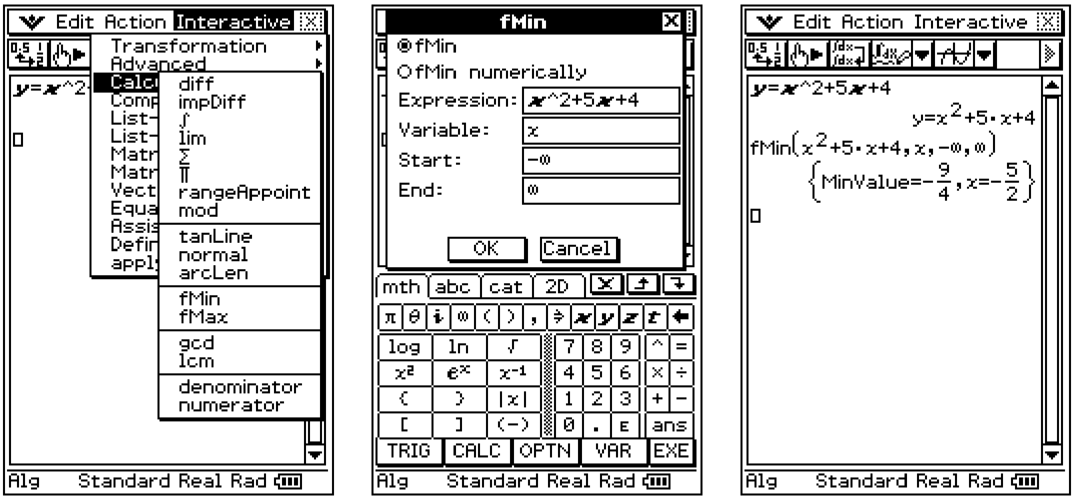


Obr. 3

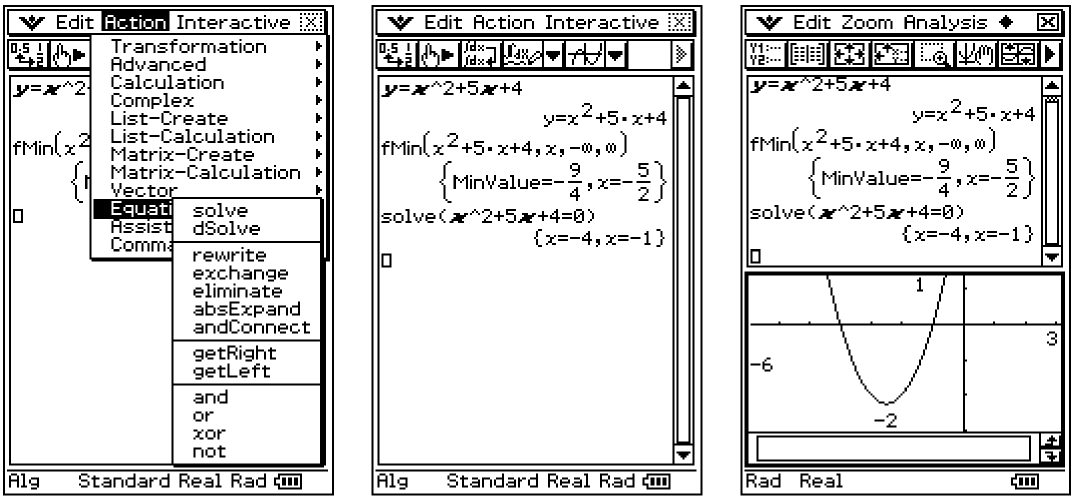


Obr. 4

G2: Riešenie pomocou grafickej kalkulačky - žiak vypočíta pomocou kalkulačky hodnotu x pre y = 0, minimum funkcie.



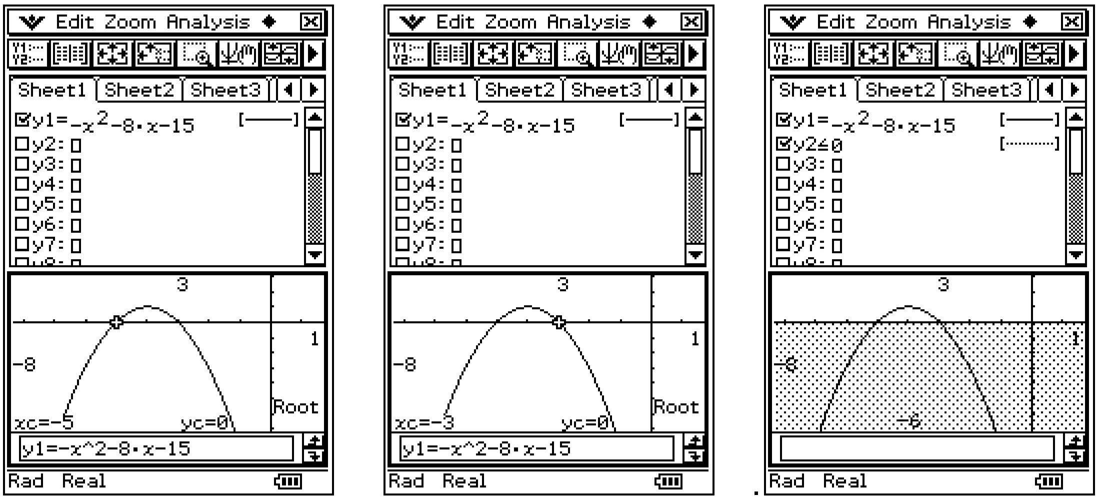
Obr. 5



Obr. 6

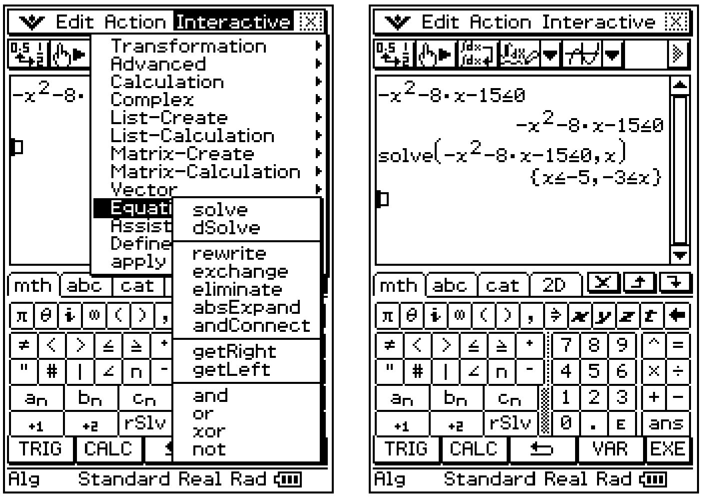
Úloha 3. Riešte nerovnicu $-x^2 - 8x - 15 \le 0$ na množine R.

G1: Riešenie pomocou grafickej kalkulačky - žiak nakreslí graf funkcie $y = -x^2 - 8x - 15$, vhodne zvolí „zoom" a pomocou „Root" zistí priesečníky s x-ovou osou. Potom už vie vyčítať intervaly, pre ktoré platí $-x^2 - 8x - 15 \le 0$



Obr. 7

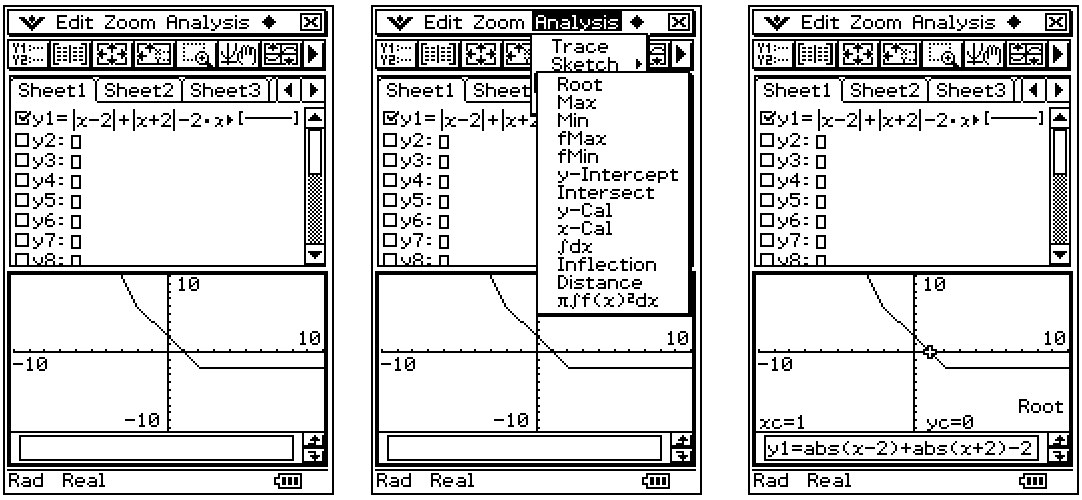
G2: Riešenie pomocou grafickej kalkulačky - žiak vypočíta nerovnicu priamo príkazom „solve".



Obr. 8

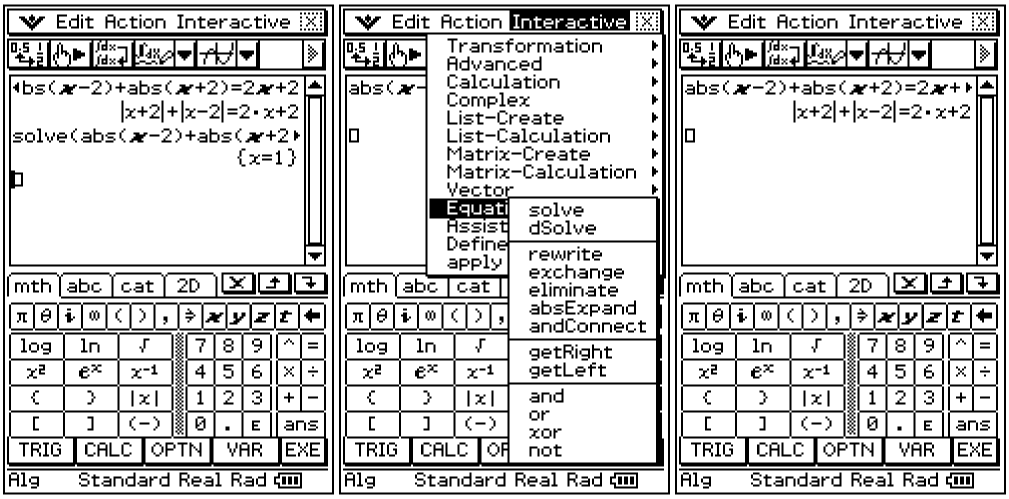
Úloha 4. Riešte rovnicu $|x-2| + |x+2| = 2x + 2$ na množine R.

G1: Riešenie pomocou grafickej kalkulačky - žiak nakreslí graf funkcie $y = |x-2| + |x+2| - 2x - 2$, vhodne zvolí „zoom" a pomocou „Root" zistí priesečníky s x-ovou osou.



Obr. 9

G2: Riešenie pomocou grafickej kalkulačky - žiak vypočíta rovnicu priamo príkazom „solve“.



Obr. 10

Úloha 5. Riešte sústavu rovníc s dvomi neznámymi:

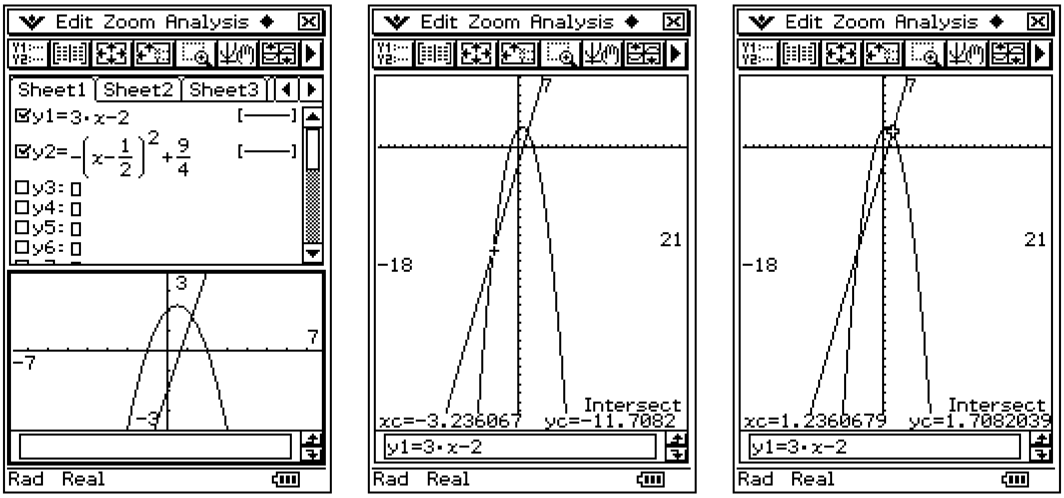
$$3x - y - 2 = 0$$

$$-x^2 + x - y + 2 = 0$$

G1: Riešenie pomocou grafickej kalkulačky - žiak nakreslí grafy funkcií vhodne zvolí „zoom“ a pomocou „intersect“ zistí súradnice priesečníkov grafov.

$$y = 3x - 2$$

$$y = -\left(x - \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{9}{4}$$

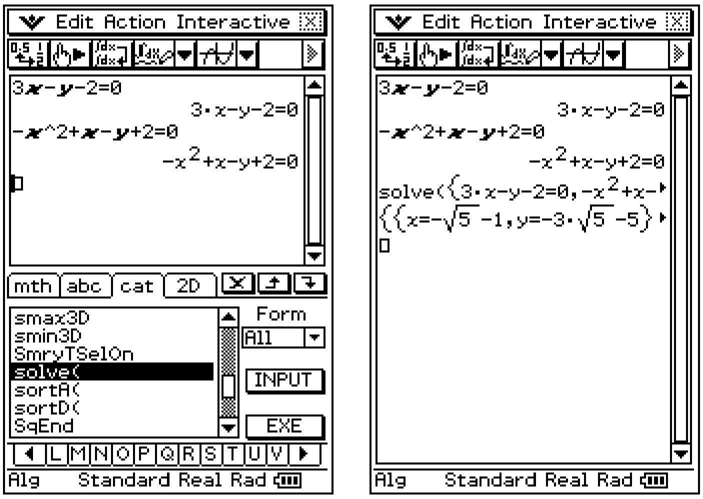


Obr. 11

G2: Riešenie pomocou grafickej kalkulačky - žiak v menu zvolí algebraické okno „Main“ a napíše rovnice: $3x - y - 2 = 0$

$-x^2 + x - y + 2 = 0$ Potom zvolí funkciu „solve“ a vyrieši sústavu rovníc.

solve({3*x-y-2=0,-x^2+x-y+2=0},{x,y})



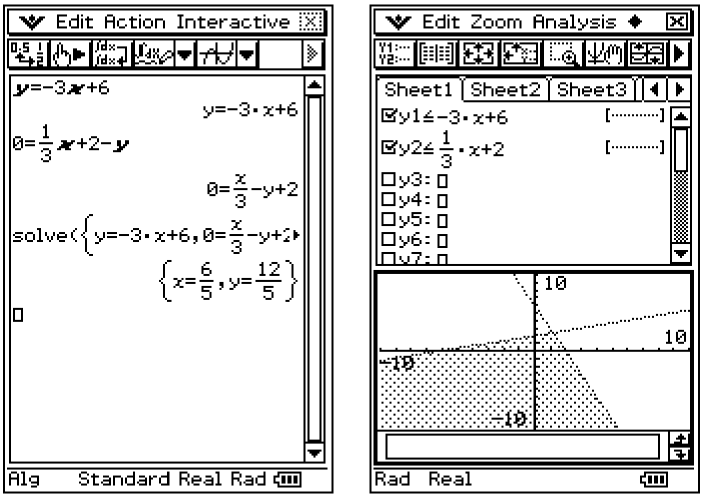
Obr. 12

Úloha 6. Riešte na množine R sústavu nerovníc

$$y \le -3x + 6$$

$$0 \le \frac{1}{3}x + 2 - y$$

G: Riešenie pomocou grafickej kalkulačky - žiak nakreslí grafy, vhodne zvolí „zoom“ a vyčíta výsledok.



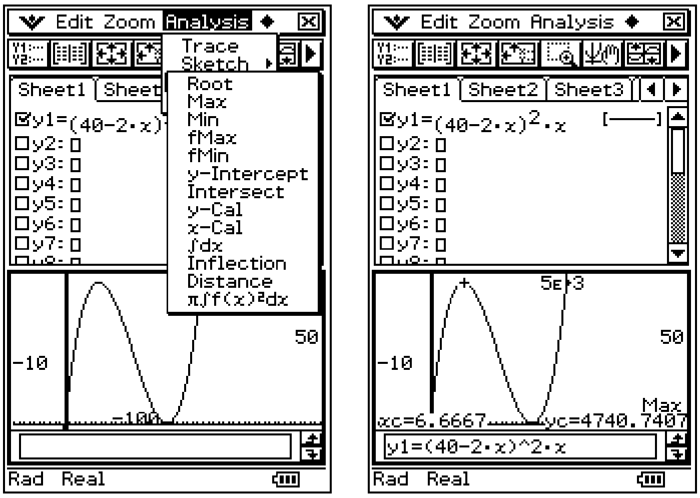
Obr. 13

Úloha 7. Z papiera tvaru štvorca 40x40 cm vystrihneme vo všetkých rohoch rovnaké štvorčeky a zložíme krabičku. Aká veľká má byť strana vystrihnutého štvorčeka, aby mala krabica maximálny objem?

G1: Riešenie pomocou grafickej kalkulačky žiak vytvorí funkciu závislosti objemu krabice od strany vystrihnutého štvorčeka x. Určí, že definičný obor pre premennú x je interval (0, 20). Maximum funkcie na danom definičnom obore vypočíta pomocou grafickej kalkulačky. Dôležité je správne zvoliť „zoom“.

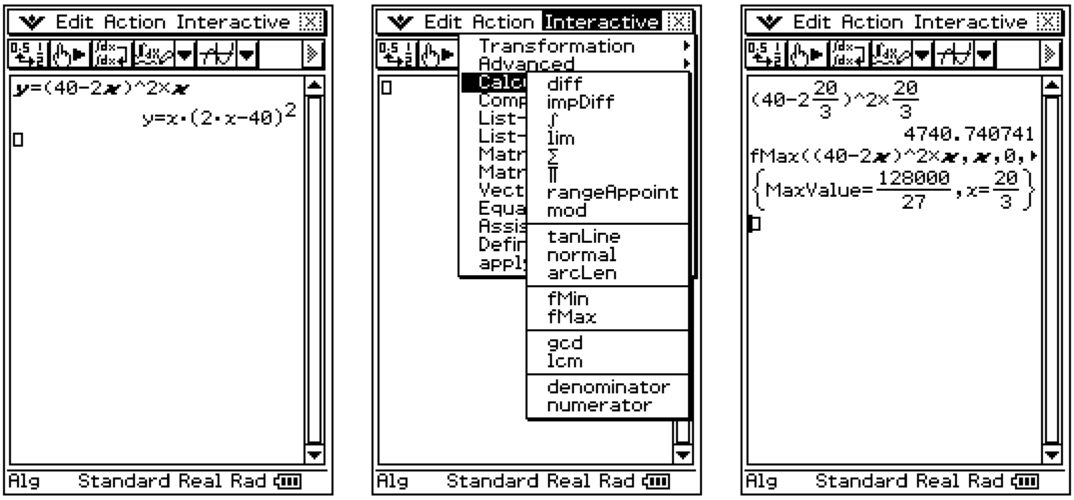
$$V = (40-2x)^2 \cdot x$$

$$V = 4x^3 - 160x^2 + 1600x$$



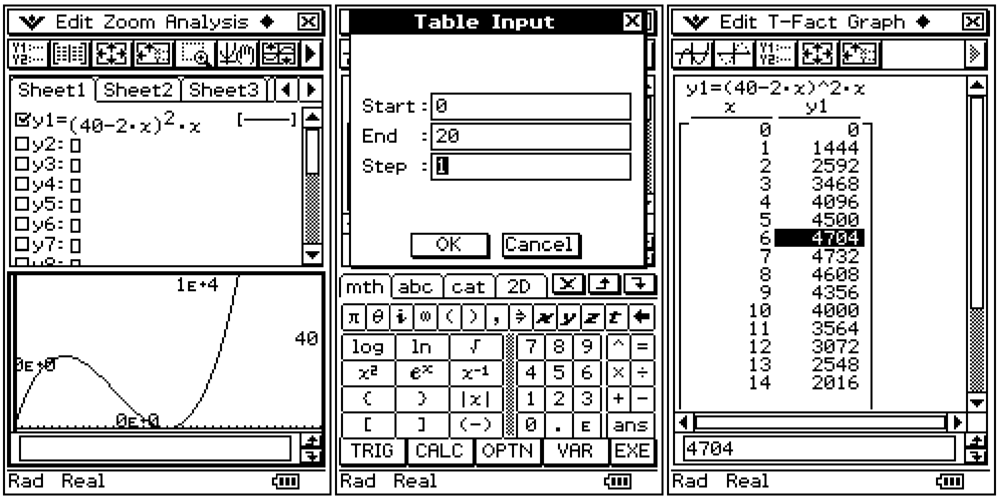
Obr. 14

G2: Riešenie pomocou grafickej kalkulačky žiak vytvorí funkciu závislosti objemu krabice od strany vystrihnutého štvorčeka x. Určí, že definičný obor pre premennú x je interval (0, 20). Maximum funkcie na danom definičnom obore vypočíta v okne „Main“ pomocou „Interactive – Calculation – fMax“



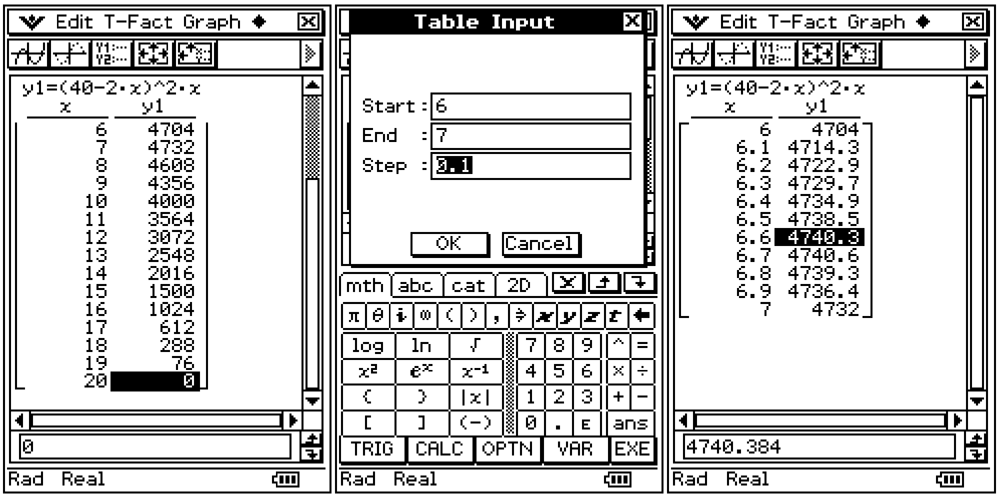
Obr. 15

G3: Riešenie pomocou grafickej kalkulačky žiak vytvorí funkciu závislosti objemu krabice od strany vystrihnutého štvorčeka x. Určí, že definičný obor pre premennú x je interval (0, 20) Vytvorí tabuľku hodnôt funkcie pre interval (0, 20), krok si môže zvoliť napríklad 1. Z danej tabuľky experimentálne vytvorí hypotézu o maxime.



x	y1
0	0
1	1444
2	2592
3	3468
4	4096
5	4500
6	4704
7	4732
8	4608
9	4356
10	4000
11	3564
12	3072
13	2548
14	2016

Obr. 16

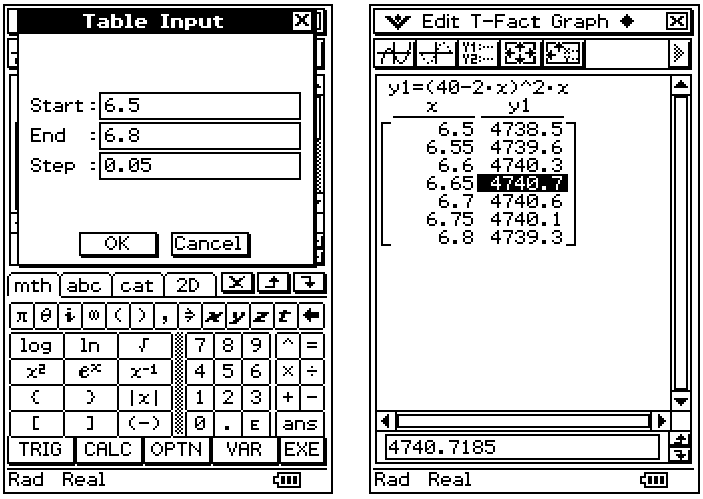


x	y1
6	4704
7	4732
8	4608
9	4356
10	4000
11	3564
12	3072
13	2548
14	2016
15	1500
16	1024
17	612
18	288
19	76
20	0

x	y1
6	4704
6.1	4714.3
6.2	4722.9
6.3	4729.7
6.4	4734.9
6.5	4738.5
6.6	4740.3
6.7	4740.6
6.8	4739.3
6.9	4736.4
7	4732

Obr. 17

Žiak zistí, že maximum je medzi x = 6 a x = 7, preto vytvorí podrobnejšiu tabuľku v tomto intervale s menším krokom. Takto "postupným približovaním" žiak zistí x s presnosťou na potrebný počet desatinných miest (v našom prípade na jedno desatinné miesto).



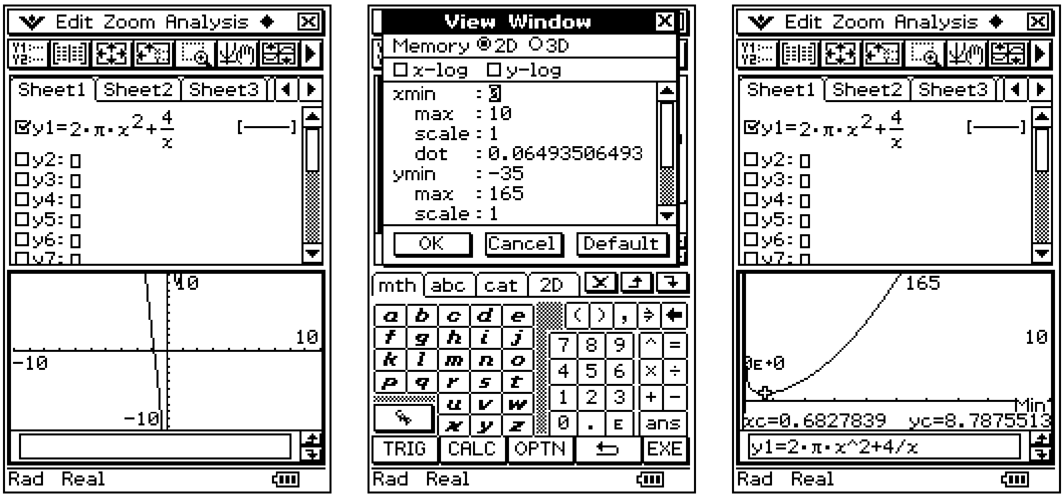
Obr. 18

Úloha 8. Nájdite rozmery nádoby tvaru valca tak, aby pri danom objeme 2l bolo ochladzovanie tekutiny v nej čo najmenšie, t. j. aby bol jej povrch minimálny.

G1: Riešenie pomocou grafickej kalkulačky - žiak vytvorí funkciu závislosti povrchu valca od polomeru podstavy x nádoby.

$$y = 2 \cdot \pi \cdot x^2 + \frac{4}{x}, x > 0$$

Minimum funkcie na danom definičnom obore vypočíta pomocou grafickej kalkulačky. Dôležité je správne zvoliť „zoom".

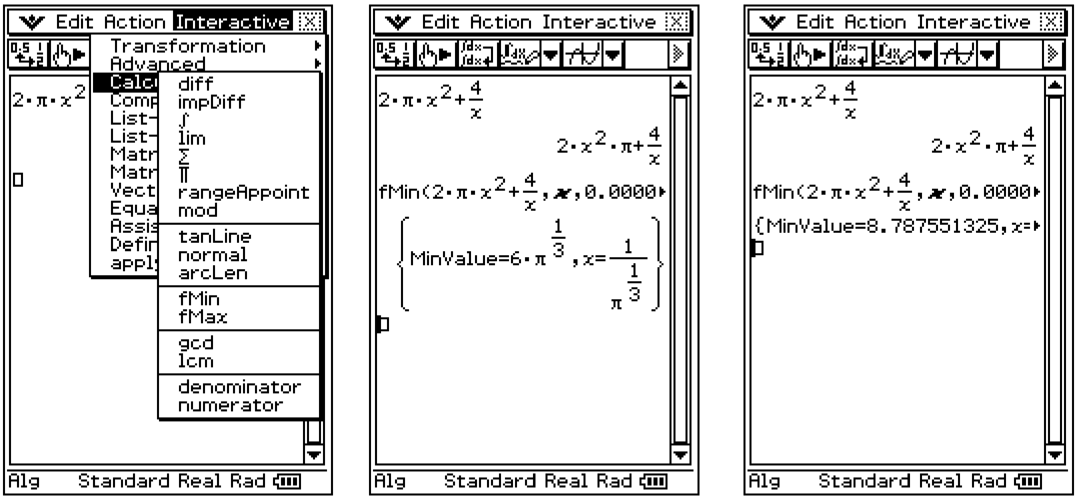


Obr. 19

G2: Riešenie pomocou grafickej kalkulačky - žiak vytvorí funkciu závislosti povrchu valca od polomeru podstavy x nádoby.

$$y = 2 \cdot \pi \cdot x^2 + \frac{4}{x}, x > 0$$

Minimum funkcie na danom definičnom obore vypočíta v okne „Main“ pomocou „Interactive – Calculation – fMin“

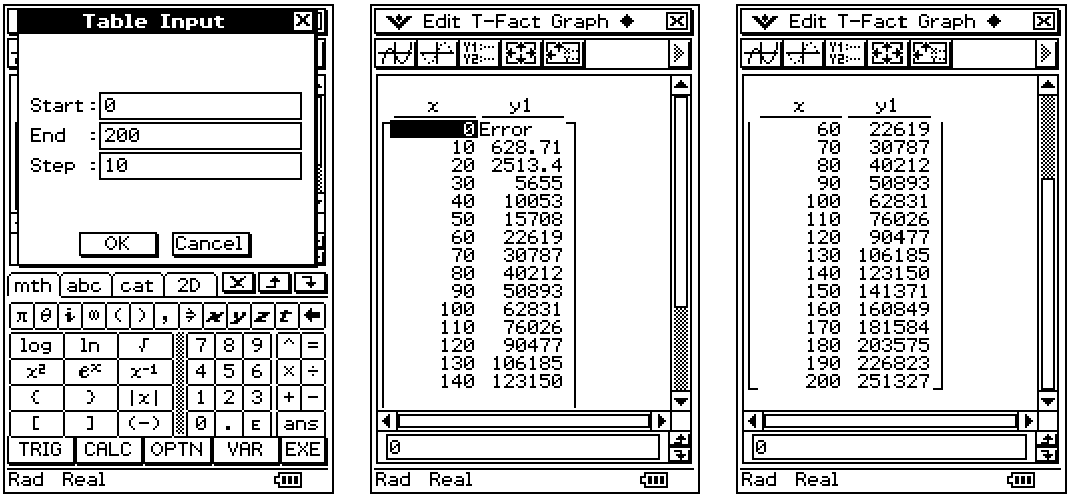


Obr. 20

G3: Riešenie pomocou grafickej kalkulačky žiak vytvorí funkciu závislosti povrchu valca od polomeru podstavy x nádoby.

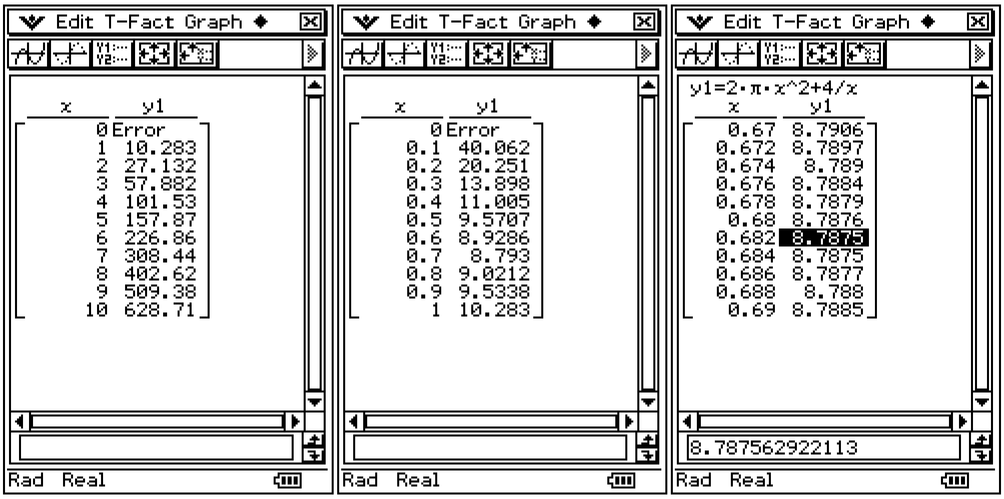
$$y = 2 \cdot \pi \cdot x^2 + \frac{4}{x}, x > 0$$

Vytvorí tabuľku hodnôt funkcie pre interval (0, 200), krok si môže zvoliť napríklad 10. Z danej tabuľky experimentálne vytvorí hypotézu o maxime.



Obr. 21

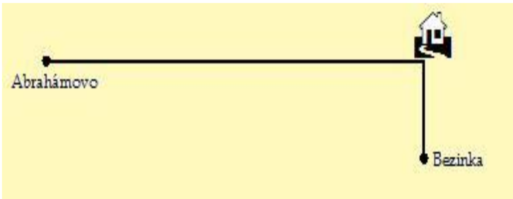
Žiak zistí, že maximum je medzi x = 0 a x = 10, preto vytvorí podrobnejšiu tabuľku v tomto intervale s menším krokom. Takto “postupným približovaním” žiak zistí x s presnosťou na potrebný počet desatinných miest (v našom prípade na jedno desatinné miesto).



Obr. 22

Úloha 9. *Cesta*

Poľná cesta medzi Abrahámovom a Bezinkou sa skladá z dvoch na seba kolmých rovných úsekov. Dlhší úsek meria 12,1 km, kratší 2,8 km. V mieste, kde poľná cesta mení smer, stojí osamelý dom Zastupiteľstvo sa rozhodlo nahradiť túto poľnú cestu asfaltovou. Poslanci zastupiteľstva však stáli pred problémom, kade by mala nová cesta viesť.



Obr. 23

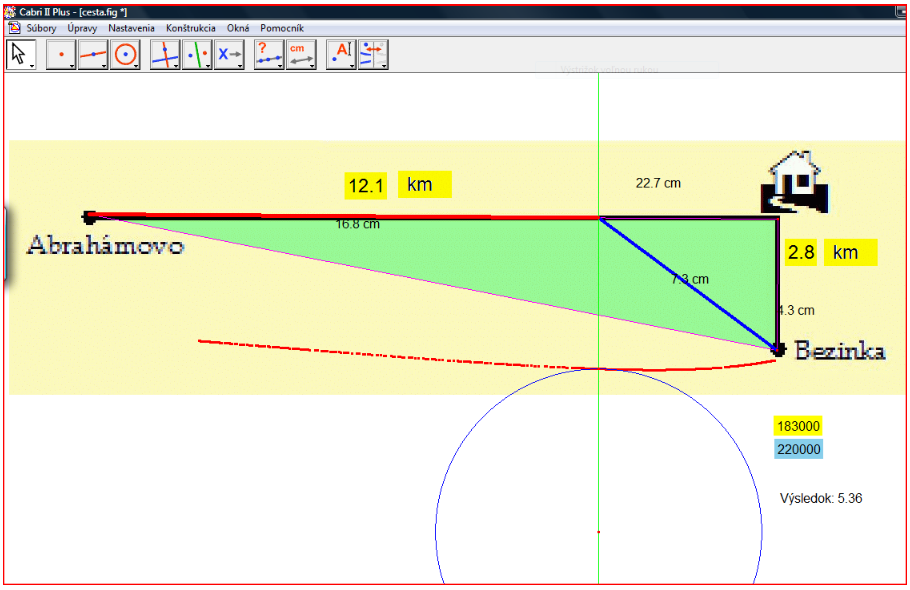
Odborníci odhadli, že

- výstavba 1 km cesty vedenej po trase pôvodnej poľnej cesty by stála asi 183 000 €,
- výstavba 1 km cesty mimo trasy pôvodnej poľnej cesty by stála asi 220 000 €.

Poslankyňa Čížiková navrhla inú trasu: nová cesta povedie z Abrahámova najprv po poľnej ceste a od určitého miesta sa odkloní a povedie rovno do Bezinky. Starosta má rozhodnúť, po akej trase sa má nová cesta stavať, aby bola čo najlacnejšia.

CG: Riešenie pomocou Cabri geometrie:

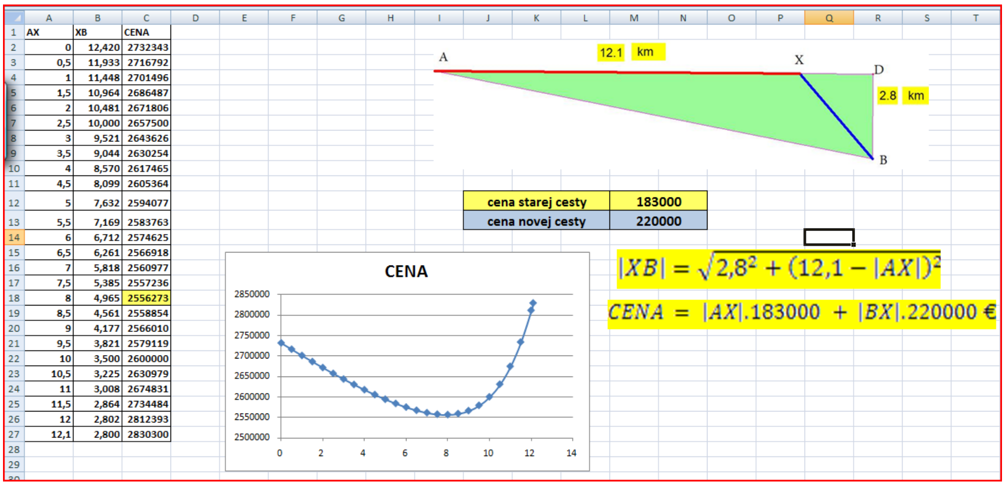
Pomocou softvéru Cabri geometria II Plus môžeme úlohu nielen graficky znázorniť, ale aj graficky znázorniť vzťah medzi trasou cesty a cenou bez znalosti funkčných závislostí. Graficky a experimentálne môžu študenti nájsť optimálne riešenie. Viď: cesta.fig



Obr. 24

EX: Riešenie pomocou MS EXCEL:

Pomocou softvéru MS EXCEL môžu študenti vytvoriť tabuľku funkčných hodnôt závislosti ceny od trasy. Pritom im stačí znalosť Pytagorovej vety! Načrtnutím grafu na základe tabuľky môžu nájsť optimálne riešenie. Diskusia o „kroku" v tabuľke buduje u študentov kompetenciu vyhodnotenia reálneho problému (napríklad otázka: s akou presnosťou vedia cestári vybudovať novú cestu? s presnosťou 0,5 km? ...) Viď: cesta.xls



Obr. 25

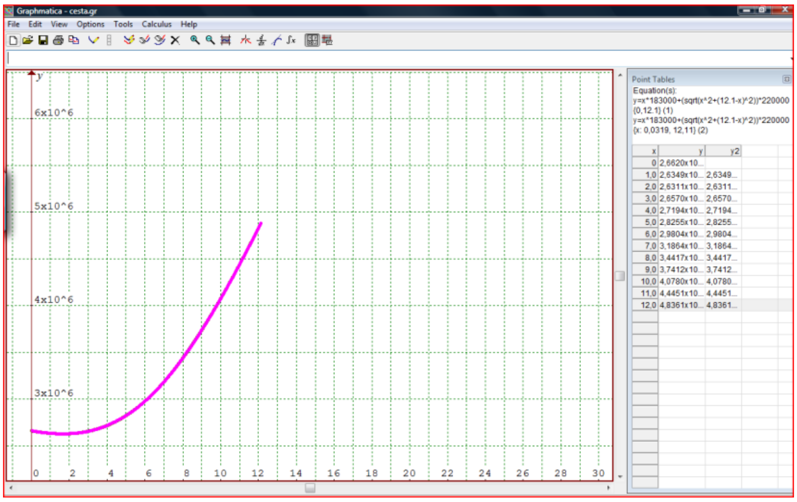
GRM: Riešenie pomocou Graphmatica:

Pomocou free kresliča grafov – softvéru Graphmatica študenti najprv analyzujú reálnu úlohu a pomocou znalostí z matematiky vytvoria funkčný predpis pre vzťah cesta a jej cena. Potom na základe grafu funkcie a jej definičného oboru odčítajú optimálne riešenie. Viď: cesta.gr

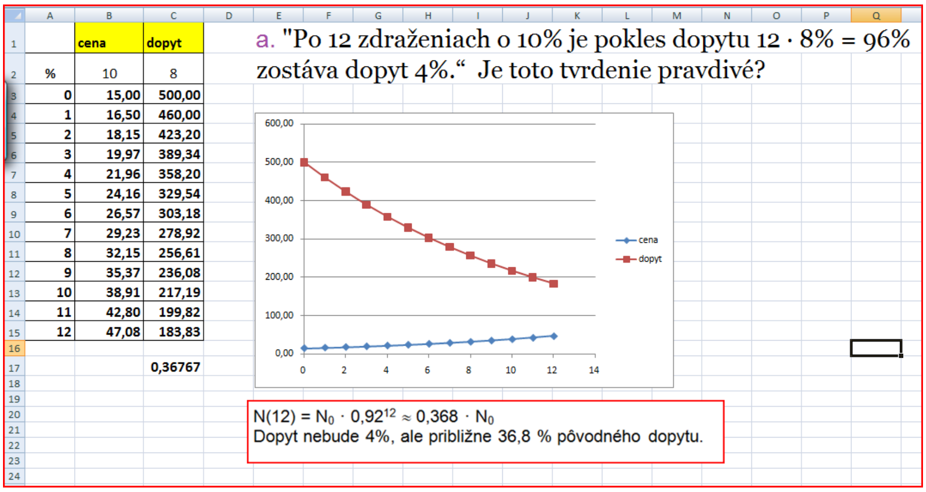
Úloha 10. *Lekári chcú drahšie cigarety*

Britský lekársky časopis "The Lancet" varuje pred celosvetovou epidémiou rakoviny pľúc a požaduje drastický nárast ceny cigariet. Rakovina pľúc sa stala jednou z najrozšírenejších druhov rakoviny, zdôrazňuje najstarší lekársky časopis. Podľa svetovej banky nárast ceny tabaku o 10% zníži dopyt o 8%. Viď: cigarety.xls

EX: Riešenie pomocou MS EXCEL:

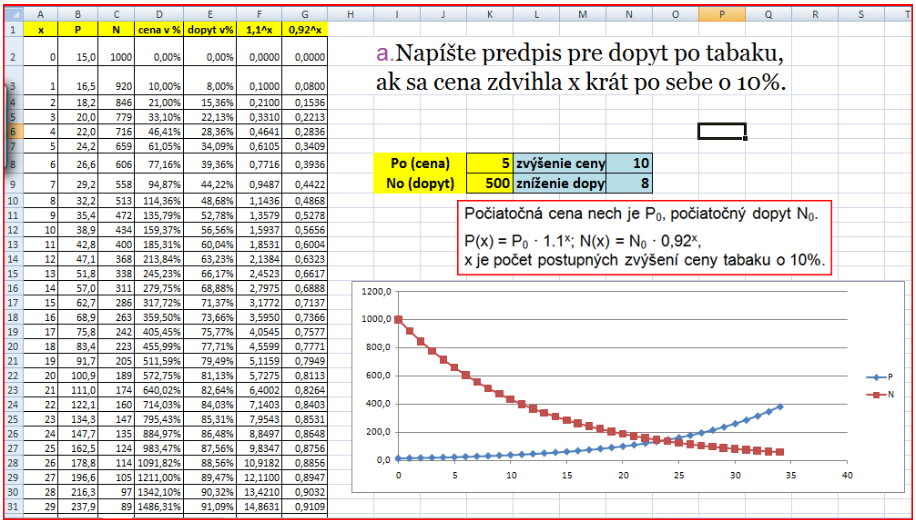


Obr. 26



	cena	dopyt
%	10	8
0	15,00	500,00
1	16,50	460,00
2	18,15	423,20
3	19,97	389,34
4	21,96	358,20
5	24,16	329,54
6	26,57	303,18
7	29,23	278,92
8	32,15	256,61
9	35,37	236,08
10	38,91	217,19
11	42,80	199,82
12	47,08	183,83
		0,36767

Obr. 27



x	P	N	cena v %	dopyt v%	1,1^x	0,92^x
0	15,0	1000	0,00%	0,00%	0,0000	0,0000
1	16,5	920	10,00%	8,00%	0,1000	0,0800
2	18,2	846	21,00%	15,36%	0,2100	0,1536
3	20,0	779	33,10%	22,13%	0,3310	0,2213
4	22,0	716	46,41%	28,36%	0,4641	0,2836
5	24,2	659	61,05%	34,09%	0,6105	0,3409
6	26,6	606	77,16%	39,36%	0,7716	0,3936
7	29,2	558	94,87%	44,22%	0,9487	0,4422
8	32,2	513	114,36%	48,68%	1,1436	0,4868
9	35,4	472	135,79%	52,78%	1,3579	0,5278
10	38,9	434	159,37%	56,56%	1,5937	0,5656
11	42,8	400	185,31%	60,04%	1,8531	0,6004
12	47,1	368	213,84%	63,23%	2,1384	0,6323
13	51,8	338	245,23%	66,17%	2,4523	0,6617
14	57,0	311	279,75%	68,88%	2,7975	0,6888
15	62,7	286	317,72%	71,37%	3,1772	0,7137
16	68,9	263	359,50%	73,66%	3,5950	0,7366
17	75,8	242	405,45%	75,77%	4,0545	0,7577
18	83,4	223	455,99%	77,71%	4,5599	0,7771
19	91,7	205	511,59%	79,49%	5,1159	0,7949
20	100,9	189	572,75%	81,13%	5,7275	0,8113
21	111,0	174	640,02%	82,64%	6,4002	0,8264
22	122,1	160	714,03%	84,03%	7,1403	0,8403
23	134,3	147	795,43%	85,31%	7,9543	0,8531
24	147,7	135	884,97%	86,48%	8,8497	0,8648
25	162,5	124	983,47%	87,56%	9,8347	0,8756
26	178,8	114	1091,82%	88,56%	10,9182	0,8856
27	196,6	105	1211,00%	89,47%	12,1100	0,8947
28	216,3	97	1342,10%	90,32%	13,4210	0,9032
29	237,9	89	1486,31%	91,09%	14,8631	0,9109

Obr. 28

Úloha 11. *Maximálny zisk*

Spoločnosť vyrába dva produkty A a B na dvoch strojoch I. a II. Spoločnosť zarobí 3 € na každom výrobku A a 4 € na každom výrobku B. Výroba výrobku A trvá na stroji I. 6 minút a potom ešte na stroji II. 5 minút. Výroba výrobku B trvá na stroji I. 9 minút a potom ešte na stroji II. 4 minút. Počas jednej zmeny môže stroj I. pracovať maximálne 5 hodín a stroj II. Maximálne 3 hodiny. Koľko výrobkov ktorého druhu treba vyrobiť, aby zisk bol maximálny?

GK: Riešenie pomocou grafickej kalkulačky

Študenti môžu využiť grafickú kalkulačku (ktorá je free na internete, viď. literatúra). Po analýze úlohy nasleduje grafické riešenie.

A ..... x ks — z = 3x + 4y

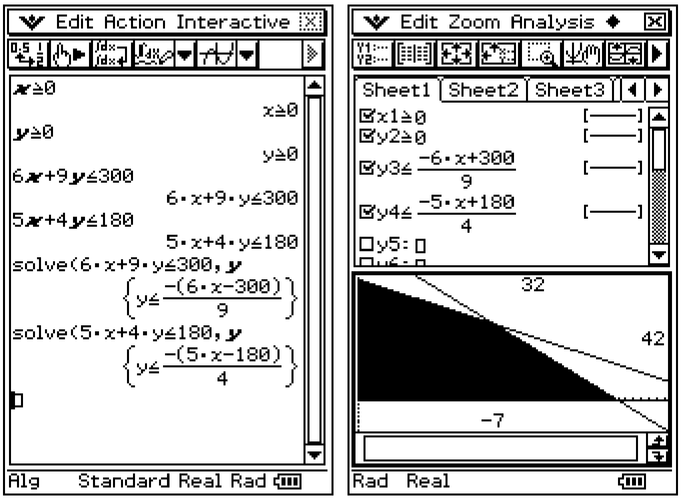
B ...... y ks — max z = ????

$x \geq 0$

$y \geq 0$

$6x + 9y \leq 300$

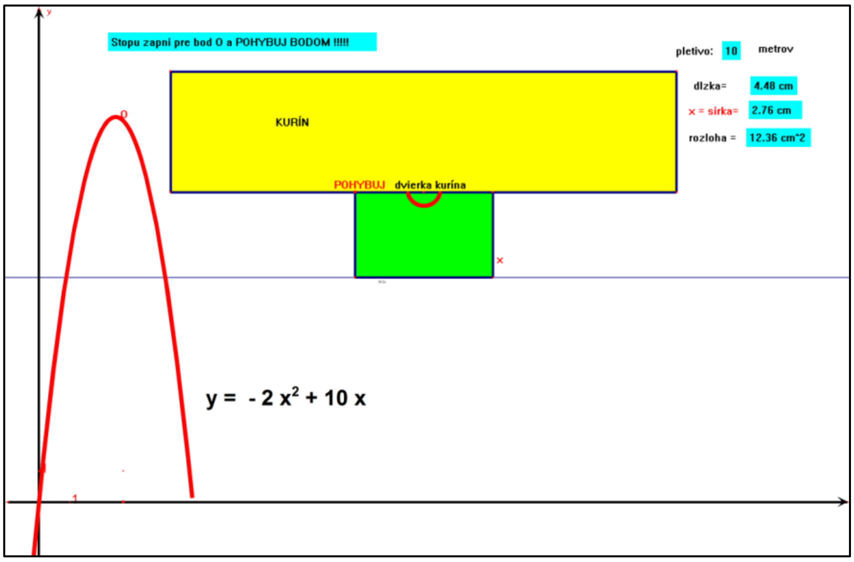
$5x + 4y \leq 180$



Obr. 29

Úloha 12. *Kurník*

Aké rozmery má mať výbeh pre kurence tvaru obdĺžnika, ak je postavený pri stene kurína (tiež tvaru obdĺžnika), a ak máme k dispozícii 10 metrov pletiva a má mať čo najväčšiu rozlohu?



Obr. 30

CG: Riešenie v Cabri geometria 2 Plus:

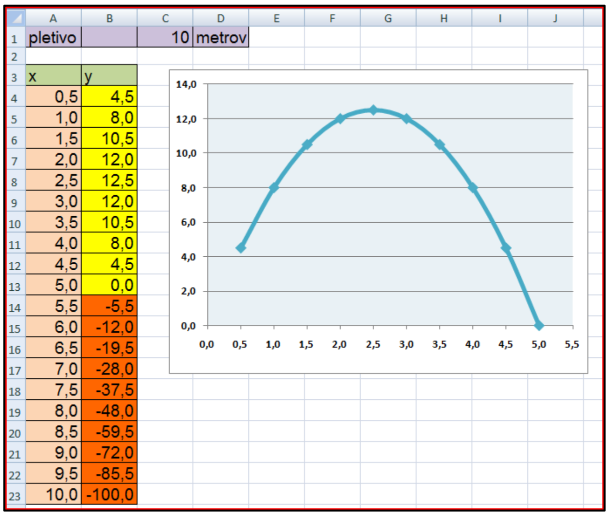
Učiteľ za pomoci študentov zostrojí obdĺžnik – „kurín“, potom si zvolia bod „POHYBUJ“ na strane obdĺžnika, čím vlastne určia jeden rozmer „výbehu“, napríklad x. Potom zostroja „výbeh“ podľa daných podmienok. Študenti môžu pod vedením učiteľa experimentovať: môžu si voliť si rôzne veľkosti x, v Cabri vypočítajú veľkosť plochy „výbehu“ a sledujú kedy nastane maximum. Ak si zvolia sústavu súradníc v Cabri a vytvoria vzťah – funkciu závislosti plochy „výbehu“ od x, zostroja sa príslušný graf kvadratickej funkcie.

Viď. kurnik.fig
Celý postup riadeného objavovania sa nachádza v videosúbore kurnik.htm

EX: Riešenie v MS EXCEL

Viď. kurnik.xls

V nasledujúcej časti študenti pomocou riadeného experimentu skúmajú možnosti riešenia daného problému pomocou nástrojov MS EXCEL.



pletivo		10 metrov
x	y	
0,5	4,5	
1,0	8,0	
1,5	10,5	
2,0	12,0	
2,5	12,5	
3,0	12,0	
3,5	10,5	
4,0	8,0	
4,5	4,5	
5,0	0,0	
5,5	-5,5	
6,0	-12,0	
6,5	-19,5	
7,0	-28,0	
7,5	-37,5	
8,0	-48,0	
8,5	-59,5	
9,0	-72,0	
9,5	-85,5	
10,0	-100,0	

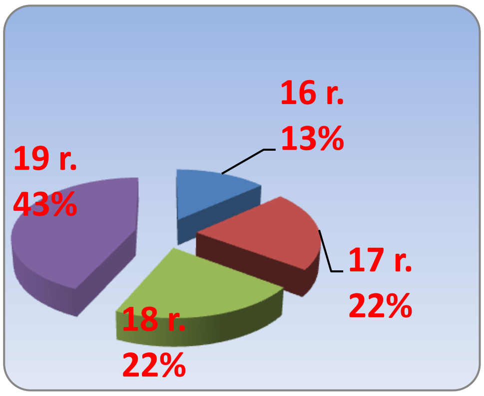
Obr. 31

2.3 Niektoré zaujímavé výsledky výskumu

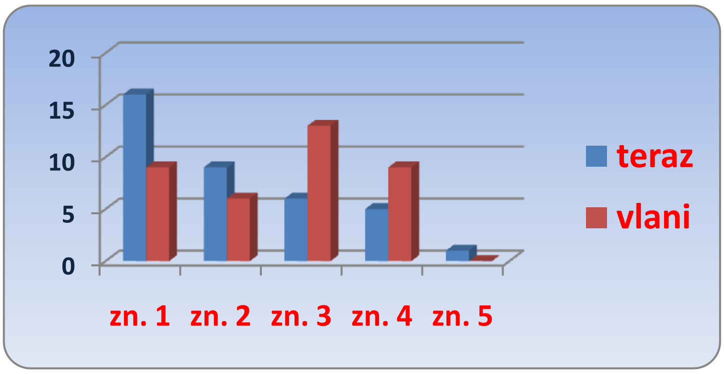
V tejto časti uvádzame niektoré výsledky výskumu. Ide o vyhodnotenie Ankety, ktorou sme overovali hypotézy výskumu. Dotazník vyplnilo 37 študentov Súkromnej Obchodnej Akadémie Liberta, Borinská 23, Bratislava.

Ankety sa zúčastnilo 16 chlapcov a 21 dievčat. Ich vekové rozloženie je percentuálne znázornené na obrázku 32.

Porovnaním koncoročnej známky z matematiky v minulom školskom roku (bez vyučovania s IKT) a tento rok (s využitím IKT) zisťujeme , že sa výrazne zvýšil počet jednotkárov a dvojkárov a znížil počet trojkárov a štvorkárov. Samozrejme musíme brať do úvahy aj fakt, že za túto výraznú zmenu môže byť zodpovedná aj zmena osoby učiteľa, preto naše hypotézy nepotvrdzujeme touto tabuľkou.



Obr. 32

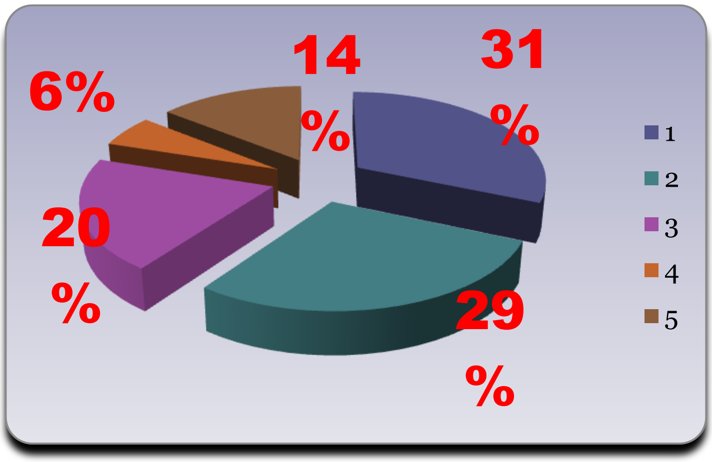


Obr. 33

Na otázku: „Myslíte si, že grafická kalkulačka vám pomohla pri pochopení učiva na matematike?“ odpovedalo až 31% študentov 1. „určite áno“.

1. Určite áno
2. Skôr áno
3. Skôr nie
4. Určite nie
5. Neviem

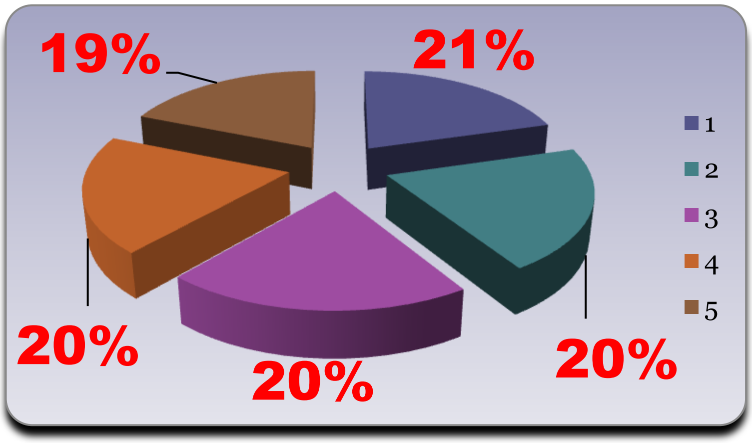
Obr. 34



Na otázku: „Myslíte si, že grafická kalkulačka vám pomohla pri výpočtoch“ odpovedali študenti približne rovnako na všetky možnosti. Z toho môžeme usudzovať, že hlavný prínos grafickej kalkulačky nie je v uľahčení manuálnych, rutinných výpočtov.

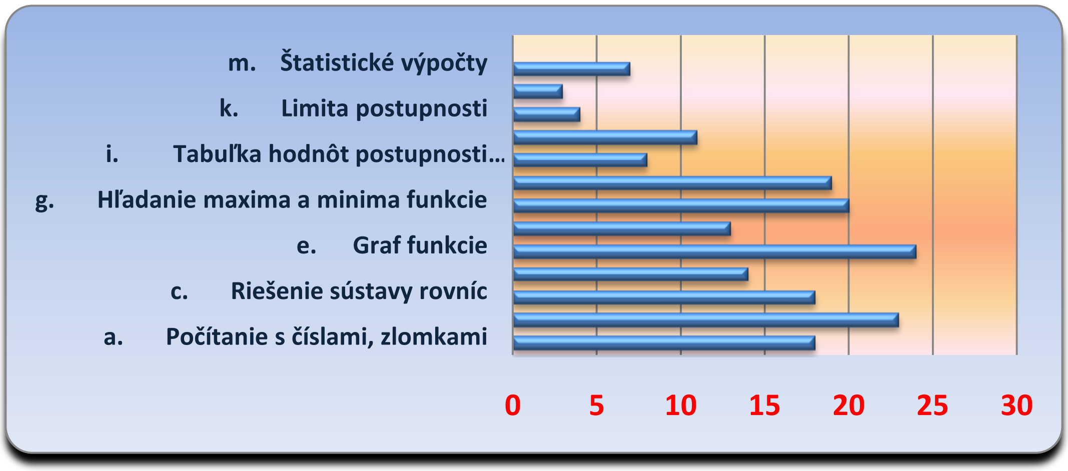
1. Určite áno
2. Skôr áno
3. Skôr nie
4. Určite nie
5. Neviem

Obr. 35



Zaujímavé sú aj odpovede študentov na otázku: „Vyznačte, pri ktorých témach vám určite grafická kalkulačka pomohla (môžete vyznačiť aj viac odpovedí)“

a. Počítanie s číslami, zlomkami
b. Riešenie rovníc
c. Riešenie sústavy rovníc
d. Riešenie nerovníc
e. Graf funkcie
f. Tabuľka hodnôt určitej funkcie
g. Hľadanie maxima a minima funkcie
h. Hľadanie priesečníkov funkcie s x-ovou a y-ovou osou
i. Tabuľka hodnôt postupnosti (aritmetickej, geometrickej)
j. Graf postupnosti
k. Limita postupnosti
l. Konštrukcia geometrických útvarov
m. Štatistické výpočty
n. Iné: ....



Obr. 36

Ako vidíme z grafu, najviac pomohla grafická kalkulačka pri zostrojovaní grafov funkcií a riešení rovníc.

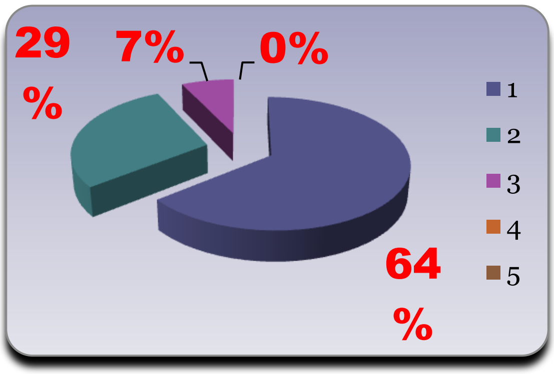
Na otázku: „Myslíte si, že by ste vedeli grafickú kalkulačku využiť aj v reálnom živote (mimo školy)?“ odpovedalo najviac študentov „skôr nie“, z čoho usudzujeme, že študenti nepovažovali úlohy riešené na hodinách matematiky pomocou grafickej kalkulačky za „real-life“ úlohy, teda také, s ktorými by sa mohli stretnúť v reálnom živote.

a. Určite áno
b. Skôr áno
c. Skôr nie
d. Určite nie
e. Neviem

Obr. 37

Otázkou „Myslíte si, že vyučovanie matematiky je s grafickou kalkulačkou zaujímavejšie?" sme zisťovali, či sa motivácia študentov k matematike zvýši používaním grafickej kalkulačky. Tu jednoznačne sme dostali kladnú odpoveď.

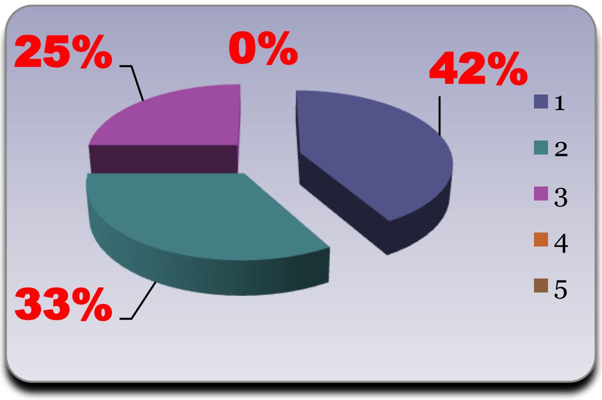
1. Určite áno
2. Skôr áno
3. Skôr nie
4. Určite nie
5. Neviem



Obr. 38

Posledná otázka ohľadom grafickej kalkulačky znela: „Myslíte si, že na hodinách matematiky ste sa pomocou grafickej kalkulačky naučili viac užitočných vedomostí ako by ste sa naučili bez nej?"

1. Určite áno
2. Skôr áno
3. Skôr nie
4. Určite nie
5. Neviem

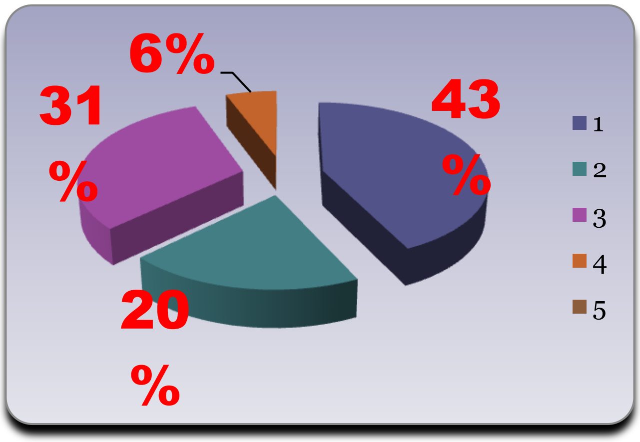


Obr. 39

Ako vidno z grafu, až 42% študentov s určitosťou tvrdí, že sa pomocou grafickej kalkulačkynaučili viac vedomostí.

Na otázku :" Myslíte si, že GeoGebra vám pomohla pri pochopení učiva na matematike?" až 43% odpovedalo určite áno!

a. Určite áno
b. Skôr áno
c. Skôr nie
d. Určite nie
e. Neviem



Obr. 40

3 Záver

Ciele nášho výskumu sa nám podarilo potvrdiť. Študenti sú vďaka používaniu počítačov a e-learningovej podpory výučby lepšie motivovaní a javia väčší záujem o matematiku. Vhodnou aplikáciou digitálnych technológií (grafických kalkulačiek a softvérov dynamickej geometrie) vo vyučovaní matematiky sa zlepšili postoje študentov k vyučovaniu matematiky. Získané e-materiály plánujeme doplniť, systematizovať a materiálne prostredie doplniť o interaktívnu tabuľu. Podobný výskum chceme zrealizovať v budúcnosti aj na gymnáziu.

Literatúra

[1] Brousseau, G. Théorie des situations didactique. Grenoble: La Pensée sauvage édition, 1998

[2] Dillingerová M., Koreňová L., Trenčanský I.: *Graphic Calculator as a learning tool, Zborník konferencie: Information and Communication Technology in Education*, University of Ostrava, Faculty of Science, Ostrava, 2007

[3] Koreňová L.: *Didaktický softvér vo vyučovaní matematiky 02*, skriptá a učebné texty, FMFI UK Bratislava 2007

[4] Kubáček, Z., Černek, P., Žabka, J.: *Matematika a svet okolo nás*, zbierka úloh. Vydavateľstvo Mgr. Pavol Cibulka Bratislava 2008

[5] Žilková, K.: Školská matematika v prostredí IKT, PedF UK Bratislava 2009

[6] http://www.ddm.fmph.uniba.sk/ematik/index.html 6.9.2010

[7] http://www.infovek.sk/predmety/matem/mater/cd/cdikt/index.html 6.9.2010

[8] http://www.dqime.uni-dortmund.de/ 6.9.2010

[9] http://hore.dnom.fmph.uniba.sk/~esfprojekt/ 6.9.2010

Kontaktná adresa

PaedDr. Lilla Koreňová, PhD.
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Univerzita Komenského v Bratislave
Mlynská dolina
842 48 Bratislava
korenova@fmph.uniba.sk