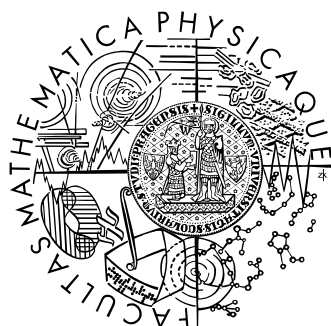


Univerzita Karlova v Praze
Matematicko-fyzikální fakulta

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



Blanka Trulíková

Miskoncepce žáků a studentů při interpretaci kinematických grafů

Katedra didaktiky fyziky

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Martina Kekule, Ph.D.

Studijní program: Fyzika, fyzika-matematika zaměřená na vzdělávání

2010

Děkuji RNDr. Martině Kekule, Ph.D. za cenné rady a připomínky, které mi poskytla při vypracování bakalářské práce. Děkuji vyučujícím RNDr. Ludmile Ciglerové, doc. RNDr. Leoši Dvořákovi, CSc., doc. RNDr. Jaromíru Fährichovi, CSc., RNDr. Jaromíru Kekulemu, Ph.D., RNDr. Marii Kličkové Mgr. Janu Kopeckému, RNDr. Kamile Koucké, Mgr. Martině Procházkové, Mgr. Lucii Quittnerové a RNDr. Vojtěchu Žákovi, Ph.D. za spolupráci a zadání úloh jejich studentům. Dále děkuji doc. RNDr. Leoši Dvořákovi, CSc. a RNDr. Vojtěchu Žákovi, Ph.D. za odbornou revizi překladu.

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

V Praze dne 22. 5. 2010

Blanka Trulíková

Obsah

<i>Obsah</i>	3
<i>Úvod</i>	5
1 Testování	7
1.1 Didaktické testy	7
1.2 Konceptuální testy	8
2 Vlastní výzkum	10
2.1 Cíle výzkumu	10
2.2 TUG-K test	10
2.2 Sběr dat, velikost a struktura vzorku	13
3 Výsledky vlastního výzkumu	15
3.1 Celkové přehledy –skóre	15
3.2 Celkové přehledy - výběr alternativ	21
3.3 Analýza jednotlivých testových úloh	24
3.4 Citlivost úloh	37
4 Srovnání a interpretace výsledků výzkumu	43
4.1 Porovnání výsledků výzkumu	43
4.1.1 Porovnání celkových výsledků testu mezi žáky SŠ a VŠ	43
4.1.2 Porovnání obtížnosti úloh mezi žáky SŠ a VŠ	44
4.1.3 Porovnání výsledků vlastního výzkumu s výzkumem R. J. Beichnera	46
4.2 Hlavní miskoncepce	47
4.3 Kritické posouzení použitého testu	49
Závěr	51
Literatura	53
Přílohy	54

Název práce: Miskoncepce žáků a studentů při interpretaci kinematických grafů

Autor: Blanka Truliková

Katedra: Katedra didaktiky fyziky

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Martina Kekule, Ph.D.

E-mail vedoucího: martina.kekule@mff.cuni.cz

Abstrakt: Tato bakalářská práce pojednává o miskoncepších žáků a studentů při interpretaci kinematických grafů. V teoretické části jsou popsány základní charakteristiky didaktických a konceptuálních testů. Dále je zde shrnut postup tvorby testu a jeho standardizace na konkrétním příkladu testu TUG-K (Test of Understanding Graphs in Kinematics).

Součástí vlastního výzkumu bylo přeložení anglického testu a jeho zadání na pražských SŠ a na MFF UK. Vzorek respondentů čítal 171 žáků z 1., 3. a 4. ročníků SŠ (respektive odpovídajících ročníků víceletých gymnázií) a 41 studentů MFF UK.

Byly provedeny charakteristiky jednotlivých položek testu (citlivost úloh, obtížnost úloh). Data získaná pomocí základních statistických metod byla interpretována a srovnána s výsledky studie J. R. Beichnera, který je autorem originální verze testu použitého k výzkumu.

Pro studenty VŠ byl test méně citlivý než pro žáky SŠ. Ze srovnání českých a zahraničních studentů vyplynulo, že čeští studenti dosahovali v testu vyšších skóre. Dále byly potvrzeny typické miskoncepce studentů při práci s grafy. Na závěr bylo provedeno kritické zhodnocení použitého testu a byly navrženy některé úpravy pro případ zadávání testu na VŠ.

Klíčová slova: graf, dovednost, miskoncepce, kinematika, konceptuální test

Title: Students' misconceptions in kinematics graphing

Author: Blanka Truliková

Department: Department of Physics Education

Supervisor: RNDr. Martina Kekule, Ph.D.

Supervisor's e-mail adress: martina.kekule@mff.cuni.cz

Abstract: This bachelor thesis deals with students' misconceptions in kinematics graphing. The theoretical part describes the basic characteristics of didactic and conceptual tests. The processes of test development and standardization are summarised on a specific example of TUG-K test (Test of Understanding Graphs in Kinematics).

The new research included a translation of this TUG-K English test and its assignment to the students of Prague high schools and Faculty of Mathematics and Physics of Charles University in Prague; 171 students 16 – 19 years old participated as well as 41 undergraduates.

A study of certain test characteristics (item analysis) was performed. Principal statistical methods were used to interpret the obtained data. Results of this new research were compared with the results of J. R. Beichner, who authored the original version of the test used for research.

The test has been found to be less sensitive for university undergraduates than for high school students. Comparison of Czech and foreign students has revealed that Czech students achieved higher scores than the foreign ones. Typical misconceptions regarding student's work with graphs were confirmed. Eventually, a critical evaluation of the test was performed and certain alterations for the university-undergraduates test case were proposed.

Keywords: graph, skill, misconception, kinematics, conceptual test

Úvod

Na grafická znázornění narážíme denně v médiích, ať už se jedná o volební statistiky, pohyby akcií na burze, grafy zobrazující míru nezaměstnanosti nebo výsledky nejrůznějších sociologických výzkumů. Prezentovat data pomocí tabulek a grafů je poměrně oblíbenou a často využívanou metodou nejen v oblasti vědy, a proto se domnívám, že schopnost porozumět grafům je pro dnešního člověka užitečná.

Grafy jsou velmi silným nástrojem, který nám může pomoci při zobrazování a interpretaci statistických dat. Na základě grafu zobrazujícího určitý fyzikální jev lze snáze určit směr vývoje, který z tabulky nemusí být tak dobře patrný; grafy shrnují velké množství informací, a při tom stále umožňují rozpoznat detaily [1]; grafy umožňují v komplikovaném souboru dat nalézt nějaký vzor, vzorec apod.

Co dělá žákům a studentům při práci s grafy problémy, to je dle mého názoru zajímavou otázkou a domnívám se, že také vzhledem k zaměření mého studia a tedy předpokladu, že se jednou dostanu do pozice učitelky fyziky a matematiky, je dobré se touto záležitostí zabývat. Mít alespoň určité povědomí o různých faktorech, které mohou mít vliv na kvalitu porozumění grafům, zjistit, čeho se případně potíže při interpretaci grafů týkají, jaké jsou nejčastější miskoncepce, považuji za první krok na cestě k jejich odstranění.

Cílem práce bylo seznámit se prostřednictvím literatury v českém, slovenském a anglickém jazyce se zásadami testování a s konceptuálními testy, přeložit z anglického jazyka didaktický konceptuální TUG-K test (Test of Understanding Graphs in Kinematics) a tento test dále zadat vzorku SŠ žáků a studentů MFF UK tak, aby rozsah vzorku byl alespoň 100 osob. Následně potom s využitím základních statistických nástrojů vyhodnotit získaná data a výsledky interpretovat a provést jejich srovnání s těmi, které při testování získal autor konceptuálního testu Robert J. Beichner.

V Kapitole 1 uvádím základní poznatky o didaktických testech a zásadách testování, popisují, co jsou tzv. konceptuální testy. Kapitola 2 obsahuje podrobnější informace o vlastním výzkumu: Popis použitého zahraničního testu, popis průběhu sběru dat, informace o velikosti a struktuře testovaného vzorku. V Kapitole 3 jsou pomocí grafů, tabulek a komentářů prezentovány vybrané výsledky vlastního výzkumu, je zde provedena podrobnější analýza jednotlivých testových úloh a určena jejich obtížnost a citlivost. Kapitola 4 se zabývá hledáním souvislostí v získaných datech, srovnáním a interpretací výsledků vlastního výzkumu a porovnáním s výsledky a závěry, k nimž došel R. J. Beichner. Obsahuje také shrnutí nejčastějších miskonceptů při práci s kinematickými grafy. Je zde provedeno kritické zhodnocení použitého testu a podán návrh úprav pro případ zadávání testu na VŠ.

1 Testování

Tato kapitola stručně charakterizuje didaktické testy, zabývá se zásadami testování a vymezuje tzv. konceptuální testy.

1.1 Didaktické testy

Součástí vzdělávacího procesu je také hodnocení žáků. To se může realizovat například testováním. Testy se liší svým obsahem a formou v závislosti na tom, za jakým účelem jsou použity. Různé testy jsou často využívány k ověřování průběžných nebo výstupních znalostí studentů; pomáhají zjišťovat, jak se studenti za určitý časový úsek orientují v nějaké oblasti. Vymezení pojmu test lze nalézt v amerických normách pro pedagogické a psychologické testování, které byly přeloženy i u nás. V těchto normách jsou testy používané v psychologii a v pedagogice obecně charakterizovány jako: „hodnotící nástroje nebo postupy, pomocí kterých se získává vzorek projevů testované osoby v určité oblasti. Tyto projevy jsou následně standardizovanými postupy hodnoceny a skórovány.“

Didaktické testy mají obvykle písemnou formu a „považují se za nástroje systematického zjišťování (měření) výsledků výuky nebo výcviku.“ [2]

Didaktický test je konstruován za účelem „vyslovit na základě výsledků přesný závěr o úrovni znalostí a dovedností žáků.“ Aby byl tento účel splněn co nejlépe, měl by test splňovat následující charakteristiky, jak je uvádí např. [3]:

- objektivita, srovnatelnost
- validita
- reliabilita
- citlivost

Objektivní a srovnatelné výsledky testu jsou takové, které závisí pouze na znalostech a dovednostech jednotlivých respondentů, nejsou tedy ovlivněny působením jiných faktorů jako je například subjektivní vliv vyučujícího při ústním

zkoušení, nejednoznačné formulování úloh, únava testovaných apod. Respondenti by měli mít stejné výchozí podmínky (shodné úlohy, stejný časový limit apod.).

Validitou testu se rozumí shoda mezi funkčností testu a účelem, za nímž byl test konstruován. Test je tedy validní, jestliže ověřuje ty dovednosti a znalosti, které chceme testem ověřovat.

Reliabilita testu je mírou přesnosti a spolehlivosti testu. Pouze test, který měří spolehlivě a přesně, může být směrodatným pro zjištění úrovně skutečných znalostí a dovedností respondentů.

Citlivost neboli **diskriminace** testu je jednou z vlastností, jejichž prostřednictvím můžeme charakterizovat didaktický test.

Zdroj [3] o citlivosti píše, že: „vypovídá o schopnosti testu rozlišovat mezi žáky s různými skutečnými znalostmi a dovednostmi. Je-li test citlivý, měly by být výsledky žáků přiměřeně rozprostřeny po celé bodové škále. Pokud je například možné v testu získat maximálně 30 bodů a 90 % žáků získalo 25 bodů a více, test není citlivý. Optimální míra citlivosti se liší v závislosti na účelu testu.“

Sestavujeme-li totiž test, pomocí kterého chceme zjistit, zda si žáci osvojili určité základní dovednosti, není pro jeho úspěšné použití nutná vysoká citlivost. Oproti tomu v případě, že testem chceme docílit rozdělení žáků na skupiny např. kvůli známkování, měl by test být citlivý.

Citlivostí úloh se budu ve své práci zabývat podrobněji. Je jí věnována podkapitola 3.4, v níž jsou také pro výsledky vlastního výzkumu určeny citlivosti jednotlivých úloh.

1.2 Konceptuální testy

Pojmem konceptuální test se označuje test, který obsahuje **kvalitativní** otázky s výběrem odpovědí. Obvykle je na jeho vyplnění počítáno s časem od 10 do 30 minut. Taková délka testu přispívá k tomu, že se méně projevují negativní faktory jako je například ztráta pozornosti a koncentrace, únava testovaných osob.

Konceptuální test umožňuje testovat velký počet studentů, přičemž výsledky lze pak poměrně rychle a snadno získat a statisticky vyhodnotit pomocí počítače, což je výhodou.

Jak uvádí [4], výzkumy ukázaly, že k tomu, aby test skutečně sledoval efektivitu výuky, je třeba splnit několik kroků:

- vykonání kvalitativního výzkumu, aby mohly být identifikovány myšlenkové modely, resp. miskoncepce studentů vedoucí k odpovědím,
- vyvinutí teoretického základu, pomocí něhož lze modelovat, resp. popsat odpovědi studentů v dané oblasti,
- vytvoření otázek s více odpověďmi, aby byl zachycen rozsah nejčastějších možných odpovědí,
- na základě výsledků pilotního testování zdokonalit jednotlivé položky testu, event. vyvinout nové,
- využít tyto výsledky pro nový kvalitativní výzkum s cílem dalšího vylepšení.

Při zadávání konceptuálních testů je také třeba dodržovat určitá pravidla. Například:

- testy musí být neznámkové a pokud možno zadané anonymně,
- otázky testu by neměly být probírané v běžné výuce, aby se žáci nenaučili na ně odpovídat z paměti,
- zadání testů a jejich řešení se nesmí dostat mezi studenty před výzkumem, aby se studenti nenaučili správné odpovědi z paměti a bez porozumění.

2 Vlastní výzkum

Tato kapitola obsahuje podrobnější informace o cílech vlastního výzkumu, o testu, který jsem k výzkumu použila, o sběru dat, rozsahu a struktuře vzorku.

2.1 Cíle výzkumu

Cílem mého výzkumu bylo pomocí standardizovaného testu zjišťovat grafickou gramotnost studentů SŠ a studentů prvního ročníku MFF UK. Vzhledem k rozsahu bakalářské práce se však jednalo o pilotáž, nikoli o testování reprezentativního výběru populace. Cílem této pilotáže bylo zejména zjistit obtížnost testu a vybrané charakteristiky jednotlivých položek testu (obtížnost úloh, citlivost úloh) a porovnat je s výsledky zjištěnými při standardizačním procesu testu. Na základě rozboru testových úloh bylo cílem zjistit typické miskoncepce a chybné postupy žáků při práci s grafy a porovnat je s výsledky zjištěnými v [1].

K tomuto účelu jsem z anglického jazyka přeložila test: Test of Understanding Graphs in Kinematics (TUG-K) neboli Test porozumění kinematickým grafům. Autorem tohoto testu je Robert J. Beichner [5]. Proběhla také odborná revize překladu, aby byly odstraněny překladové nedostatky. Přeložený test je uveden v Příloze I.

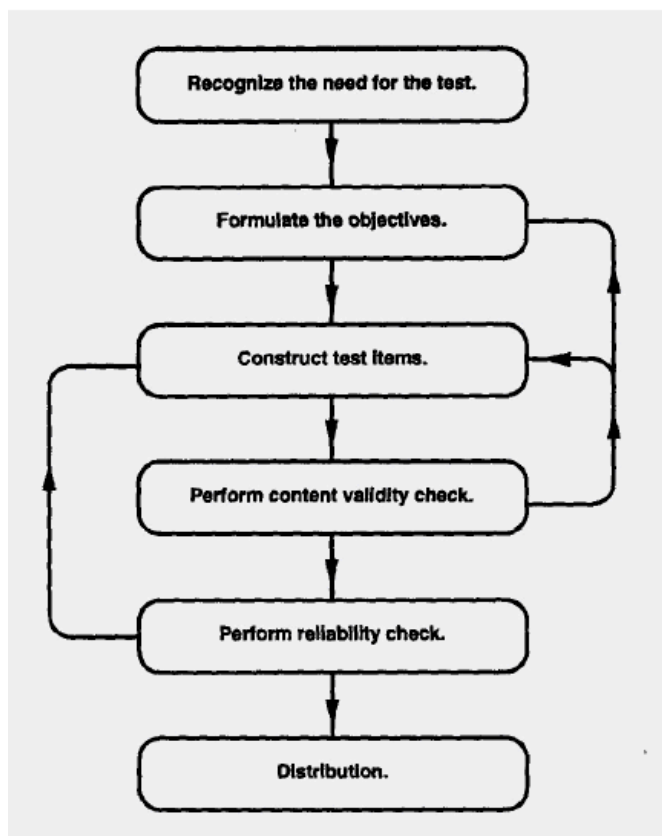
2.2 TUG-K test

Jedná se o konceptuální test složený z 21 otázek týkajících se kinematiky. U každé otázky je situace znázorněna graficky, závislosti zobrazované v jednotlivých grafech jsou různé: jsou zde grafy závislosti rychlosti na čase, zrychlení na čase, dráhy na čase, souřadnice polohového vektoru pohybujícího se tělesa na čase.

Úlohy testu jsou uzavřené, ke každé otázce studenti volí právě jednu správnou odpověď z 5 alternativ, zbývající čtyři alternativy jsou distraktory.

Některé z úloh jsou výpočtové (numerické), což neodpovídá definici konceptuálního testu, přesto tento test označujeme jako konceptuální ve shodě s jeho tvůrcem R. J. Beichnerem.

Test byl standardizován. Tvorba testu a jeho standardizace proběhla za využití postupu, který je znázorněn na obrázku 2.1 převzatém z [1] a uvedeném spolu s komentářem níže.



Při sestavování testu byly nejprve zformulovány jeho cíle.

Na základě cílů pak byly vytvořeny jednotlivé úlohy testu. Autorem většiny testových úloh je R. J. Beichner, ale některé byly převzaty z jiných zdrojů.

Test byl zaměřen na dovednost studentů interpretovat kinematické grafy.

Obr. 2.1: Schéma sestavování testu (převzaté z [1])

Jednotlivé distraktory byly vytvářeny s rozmyslem tak, aby je volili studenti mající vybrané chybné představy. Při vymýšlení distraktorů bylo skupině studentů zadáno několik otevřených otázek a nejčastější odpovědi na ně potom byly použity jako distraktory v tomto testu.

Jak dále ukazuje obrázek 2.1, po prvním sestavení úloh testu je třeba provést kontrolu jeho validity a reliability a případně upravit některé úlohy. V případě TUG-K testu proběhla tato pilotáž následujícím způsobem:

Pilotní verze testu byla zadána 134 žákům státních středních škol, kteří již měli probranou kinematiku. Na základě výsledků tohoto testování bylo pozměněno několik otázek. Novou verzi testu pak dostalo k připomínkování 15 osob, které vyučují přírodní vědy na vysokých školách, vyšších odborných školách a státních středních školách. Tito lidé test vyplnili, uvedli komentáře k jeho cílům, hodnotili jednotlivé úlohy a přiřadili k úlohám zkoumané dovednosti. To všechno mělo za účel zjistit, zda je test validní.

Poté byl test zadán 165 žákům ze 3 středních škol a 57 studentům 4-letého studia fyziky na VŠ. Po jeho vyplnění byli všichni testovaní náhodně rozděleni do jedné ze 4 skupin na laboratorní aktivity. V průběhu týdne pak každý z nich vyplnil alternativní verzi testu, která vznikla modifikací otázek původní verze (například byla upravena měřítka grafů, pozměněny křivky grafů na plošší nebo strmější atd.). Výsledky byly vyhodnoceny statistickou metodou párového T-testu, která prokázala validitu testu.

Finální verze testu byla vytvořena z úloh, které nejlépe rozlišovaly mezi jednotlivými respondenty. Test byl potom zadán 524 žákům SŠ a studentům VŠ z celého státu a vyhodnocen. Některé výsledky tohoto testování jsou k dispozici v [1].

Pomocí TUG-K testu jsou zkoumány dovednosti uvedené v tabulce 2.1, která ukazuje, jak jsou jednotlivé úlohy testu rozděleny podle dovedností potřebných k jejich úspěšnému vyřešení. Tabulka je převzata z [1]. Ve sloupci tabulky označeném jako „sledovaná dovednost“ jsou vyjmenovány obecné dovednosti, které však v sobě zahrnují dovednosti dílčí. Mezi takové dílčí dovednosti patří například: schopnost odečítat z grafu souřadnice daného bodu; interpretovat přechod z kladných do záporných hodnot souřadnice vektorové veličiny; rozhodnout, jak rychle funkce roste nebo klesá v porovnání s jinými křivkami závislosti.

Tab. 2.1: Rozdělení úloh podle dovedností potřebných při jejich řešení

	Bylo zadáno – závislost veličin v daném grafu	Sledovaná dovednost	Číslo úlohy		
1	souřadnice polohy, čas	určení rychlosti	5	13	17
2	rychlost, čas	určení zrychlení	2	6	7
3	rychlost, čas	určení dráhy	4	18	20
4	zrychlení, čas	určení změny rychlosti	1	10	16
5	pohybový graf ¹	k danému grafu nalézt odpovídající graf jiné závislosti	11	14	15
6	pohybový graf ²	slovní popis jevu reprezentovaného grafem	3	8	21
7	slovní popis pohybu	k danému grafu nalézt odpovídající graf jiné závislosti	9	12	19

¹ Jednalo se o závislosti souřadnice polohového vektoru na čase, rychlosti na čase a zrychlení na čase (viz zadávaný test v Příloze I)

² Jednalo se o závislosti dráhy na čase, souřadnice polohového vektoru na čase a rychlosti na čase (viz zadávaný test v Příloze I)

2.2 Sběr dat, velikost a struktura vzorku

Data pro výzkum jsem sbírala po dobu 3 měsíců (leden 2010 – březen 2010) na středních školách a na MFF UK v Praze. Mým požadavkem bylo, aby testovaní žáci a studenti měli již probranou kinematiku, tedy učivo týkající se zadávaného testu.

Test jsem ve většině případů zadávala osobně, abych zajistila co možná největší rovnost podmínek, které mohly být ovlivněny osobou zadávající test. V případech, kde jsem osobně nebyla (jednalo se o jednu třídu SŠ a jednu skupinu studentů MFF UK), jsem se zadávajícími předem konzultovala průběh testování. Navíc ve všech případech byly dány jednotné instrukce uvedené na titulní straně testu (viz Příloha I).

Co se týče středních škol, dohromady byl test zadán na 4 pražských gymnáziích 171 žákům z 1., 3. a 4. ročníků. Šlo o žáky všeobecně zaměřených tříd 4, 6 a 8 letých gymnázií.

Podrobnější složení testovaných skupin žáků SŠ je uvedeno v tabulce 2.2 níže.

Tab. 2.2: Rozložení testovaných žáků ze SŠ

Škola	Počet tříd	Ročník
Gymnázium Jana Keplera	1	1.
Gymnázium Jana Nerudy	3	1. a 4.
Gymnázium Nad Alejí	1	3.
Gymnázium Voděradská	4	3. a 4.

Dále se testování zúčastnily 4 skupiny studentů z MFF UK. Ve vzorku vysokoškolských studentů je celkem 41 osob z oborů fyzika, matematika, informatika a učitelství fyziky-matematiky.

Podrobnější složení testovaných skupin studentů uvádí tabulka 2.3.

Tab. 2.3: Rozložení testovaných studentů z VŠ

Obor studia	Testování	Počet osob
Fyzika	v rámci přednášky	10
Informatika	v rámci přednášky	12
Učitelství fyziky-matematiky pro SŠ	v rámci přednášky	8
Matematika, fyzika	dobrovolné ¹	11

¹ Studenti prvního ročníku matematických a fyzikálních oborů na MFF UK, kteří reagovali kladně na prosbu o účast při testování. Test jsem jim zadala osobně.

3 Výsledky vlastního výzkumu

V této kapitole jsou uvedeny vybrané výsledky vlastního výzkumu zpracované v tabulkách a grafech. Získaná data jsou ve všech případech rozdělena na skupiny SŠ a VŠ a potom dle různých dalších kritérií, která jsou podrobněji specifikována vždy u příslušného vyhodnocení.

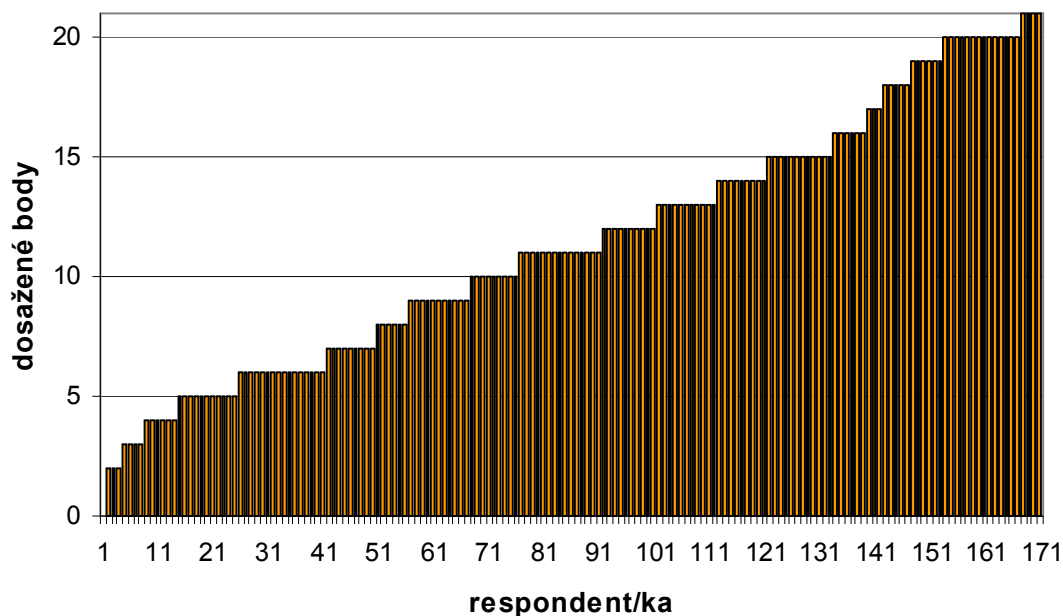
Je zde také uveden přeložený test, kde jsou pro každou úlohu graficky znázorněny relativní četnosti výběru jednotlivých alternativ a relativní četnosti správných odpovědí pro vybrané skupiny. Rovněž jsou zde v komentářích u příslušných otázek testu popsány některé miskoncepce žáků a studentů při práci s kinematickými grafy.

Z důvodu větší přehlednosti podávám výsledky výzkumu zejména prostřednictvím grafů. Data, na základě kterých grafy vznikaly, jsou uvedena v tabulkách v Příloze II a v databázi na přiloženém CD.

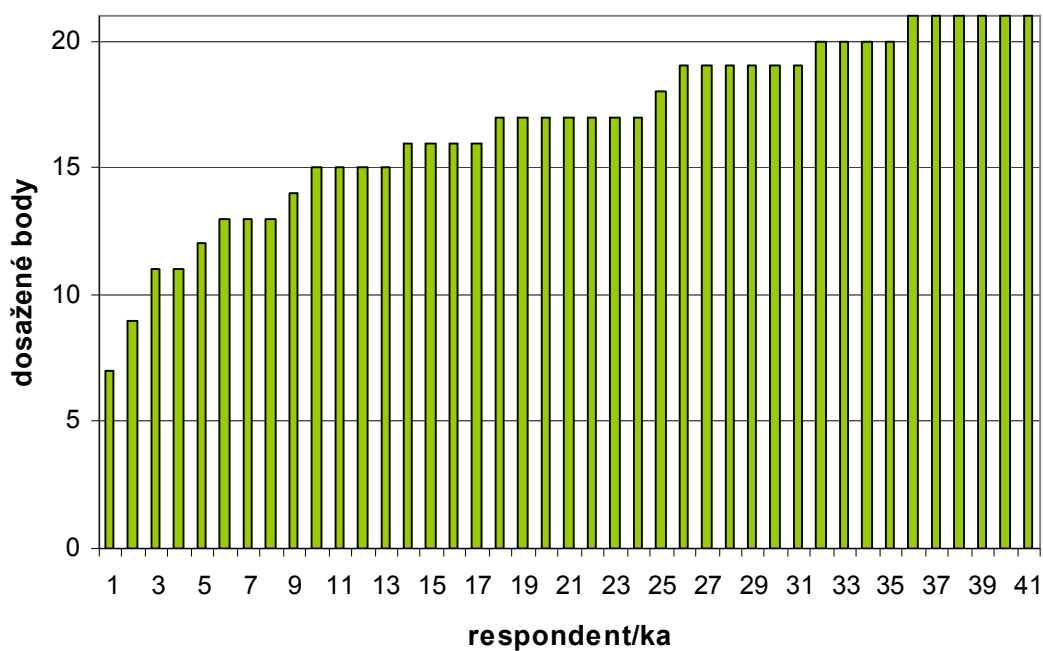
3.1 Celkové přehledy –skóre

V následujících grafech jsou zobrazena celková získaná skóre jednotlivých respondentů. Graf 3.1 se týká žáků SŠ, graf 3.2 studentů VŠ.

Graf 3.1: Celková získaná skóre jednotlivých respondentů SŠ



Graf 3.2: Celková získaná skóre jednotlivých respondentů VŠ



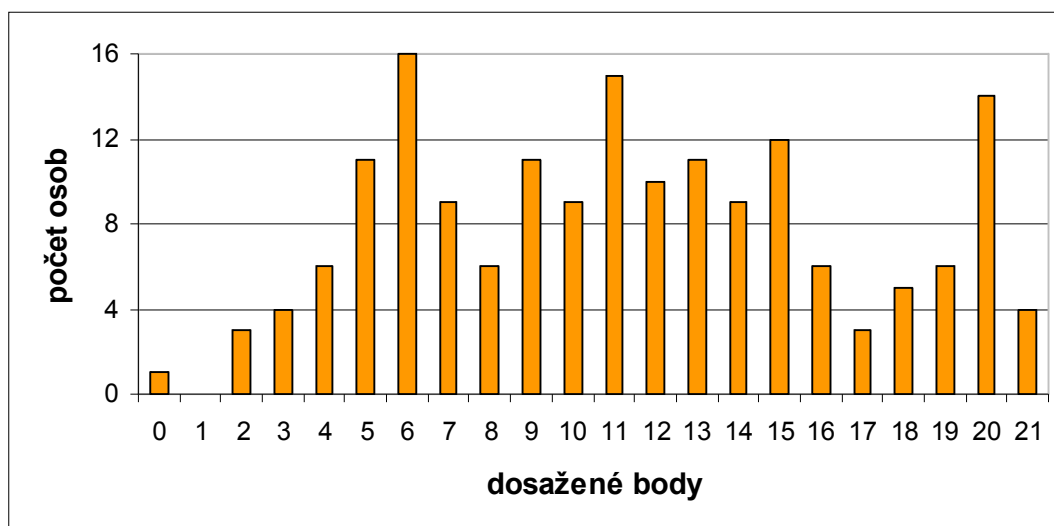
Není příliš překvapivé, že studenti VŠ dosahovali v testu vyšších skóre než SŠ žáci.

V grafu pro VŠ studenty skóre začíná na vyšší hodnotě a jeho nárůst je celkově pozvolnější, než jak je tomu v případě žáků středních škol. Skóre

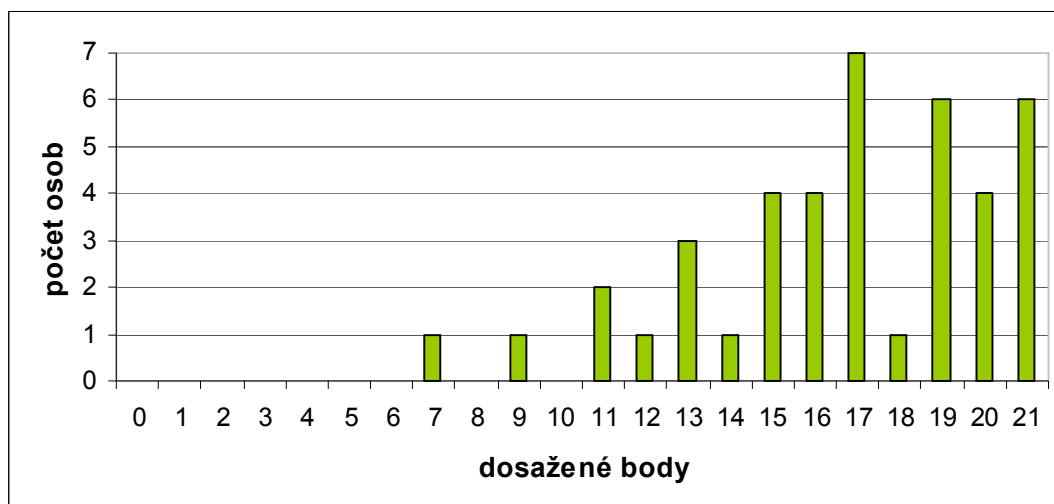
vysokoškolských studentů roste zpočátku rychleji, u vyšších hodnot se jeho růst zpomaluje.

U obou skupin je při makroskopickém pohledu patrné, že obalová křivka grafů je celkem hladká. Z toho vyplývá, že v tomto testu nebylo zaznamenáno žádné skóre, kterého by žáci a studenti dosahovali výrazně častěji. Na trochu častější výskyt se dá usuzovat v případě skóre 6, 11 a 20 bodů u žáků SŠ a 17, 19 a 21 bodů v případě studentů VŠ. To ostatně potvrzují také graf 3.3 a graf 3.4, které znázorňují rozložení skóre celkově pro střední a vysoké školy. Je patrný posun vysokých škol směrem k vyšším hodnotám skóre, zatímco nejnižší získané skóre bylo na SŠ 0 bodů, na VŠ to bylo 7 bodů.

Graf 3.3: Rozložení skóre – SŠ



Graf 3.4: Rozložení skóre – VŠ

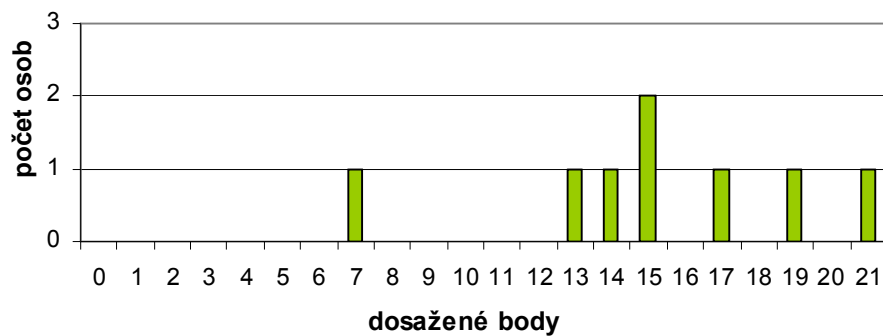


Grafy 3.5 až 3.12 uvádí detailní rozložení skóre pro jednotlivé skupiny studentů MFF UK. První čtyři grafy znázorňují celkové rozložení skóre pro každou skupinu, druhá čtveřice zobrazuje celková získaná skóre vypočtená pro jednotlivé respondenty každé skupiny.

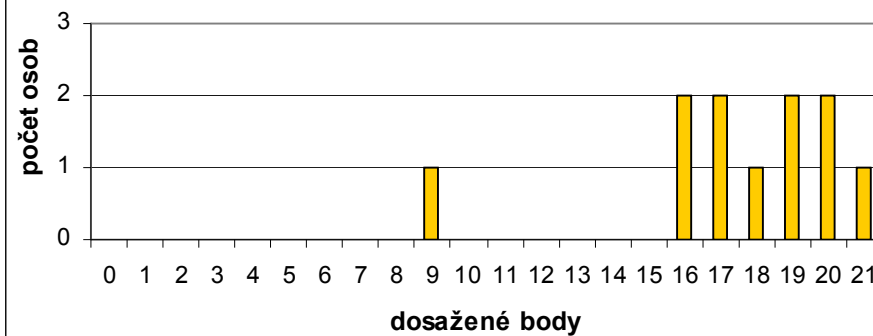
Je použito následující značení skupin:

Fyzika.....	F
Informatika.....	I
Učitelství fyziky-matematiky pro SŠ.....	U
Dobrovolníci z oborů matematika a fyzika.....	D

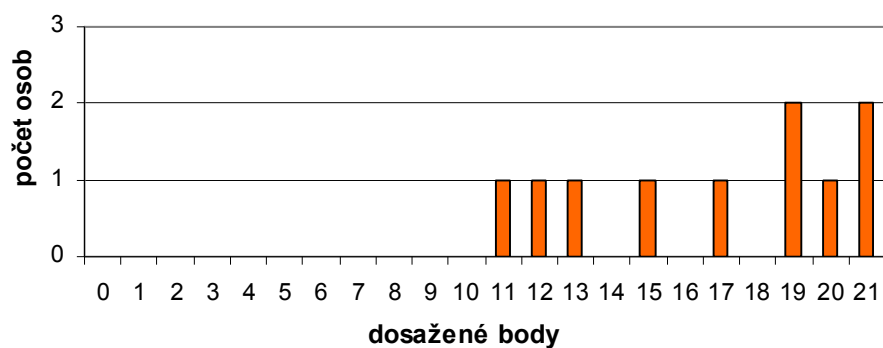
Graf 3.5: Rozložení skóre skupiny U



Graf 3.6: Rozložení skóre skupiny I



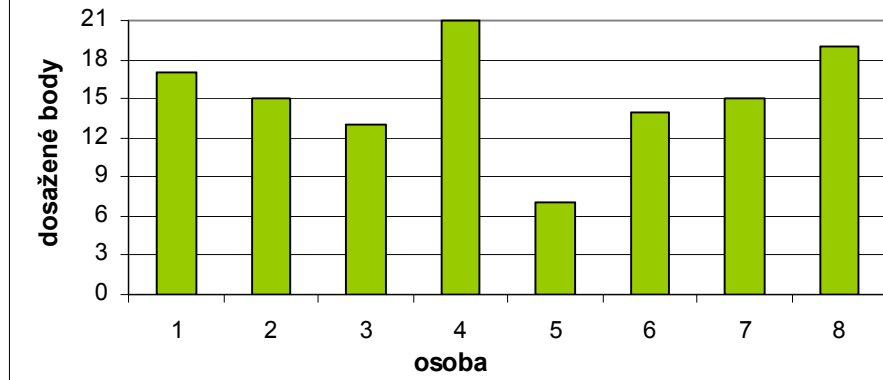
Graf 3.7: Rozložení skóre skupiny F



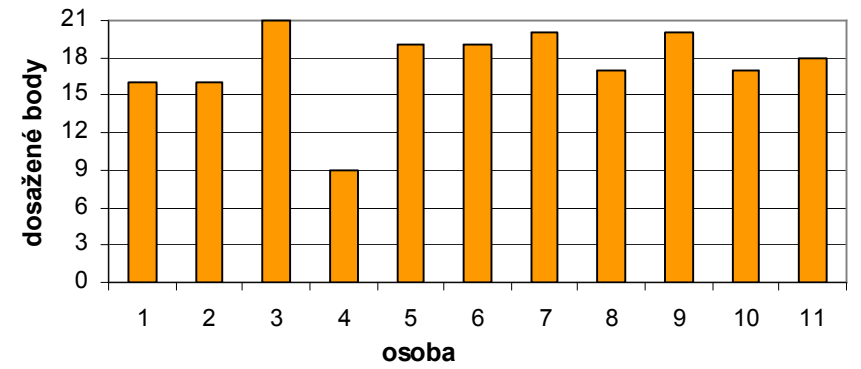
Graf 3.8: Rozložení skóre skupiny D



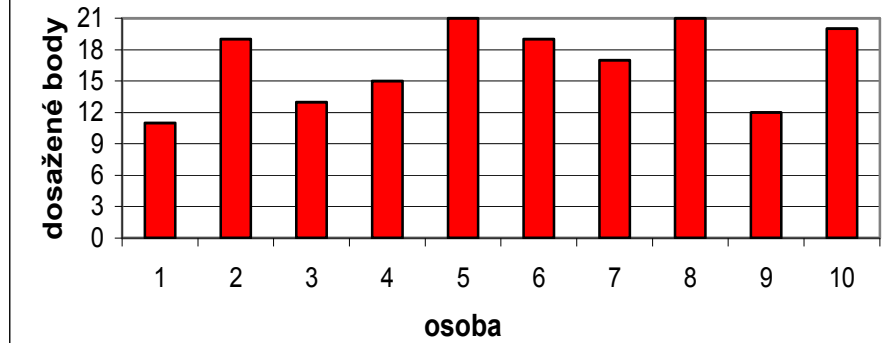
Graf 3.9: Skóre jednotlivých osob ve skupině U



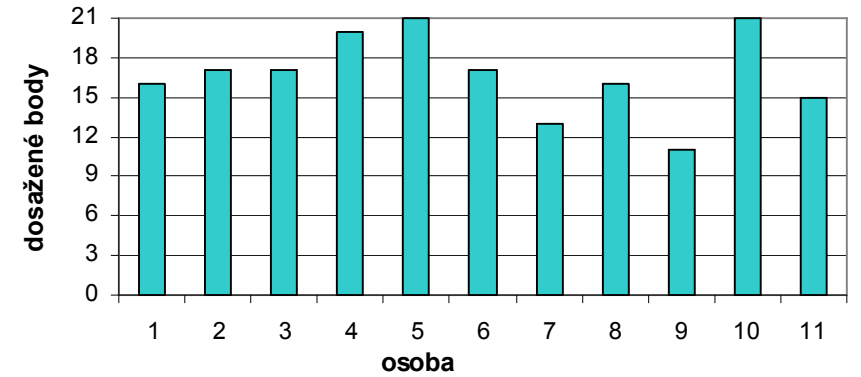
Graf 3.10: Skóre jednotlivých osob ve skupině I



Graf 3.11: Skóre jednotlivých osob ve skupině F



Graf 3.12: Skóre jednotlivých osob ve skupině D

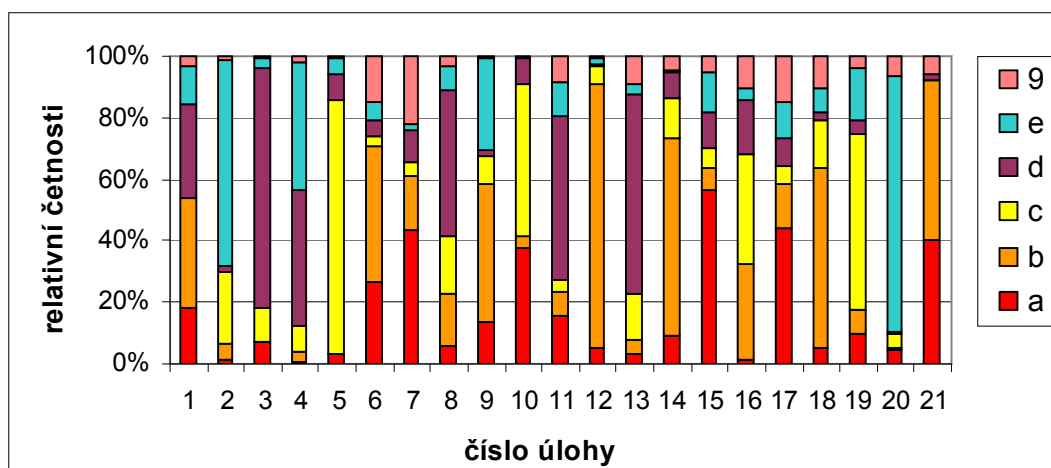


3.2 Celkové přehledy - výběr alternativ

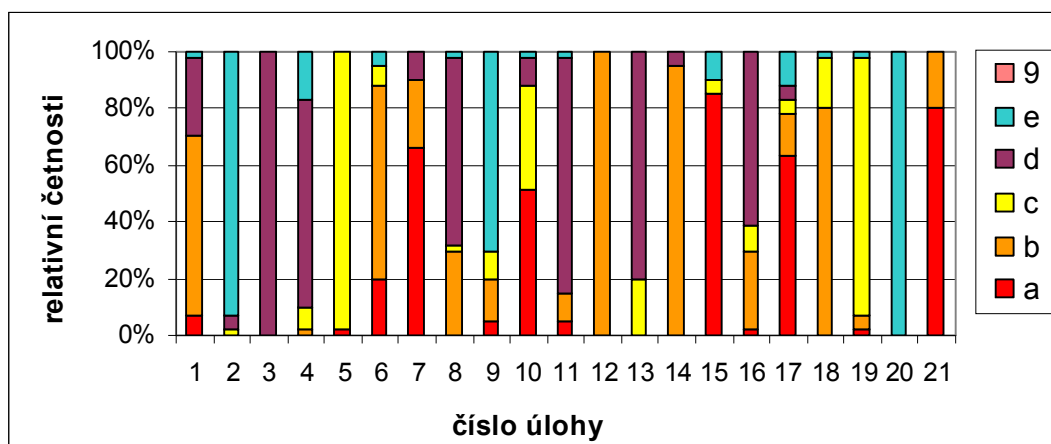
Tato podkapitola uvádí několik souhrnnějších výsledků zadávaného testu. Grafy 3.13 a 3.14 zobrazují relativní četnosti výběrů jednotlivých možností pro skupinu žáků středních škol a pro skupinu vysokoškolských studentů. Jednotlivé odpovědi jsou barevně rozlišeny, jak ukazuje legenda, přičemž varianta 9 značí respondenty, kteří na danou otázku neodpověděli.

Tyto grafy zde uvádím především proto, že je z nich dobře patrné nerovnoměrné rozložení výběru alternativ. U jednotlivých otázek nejsou v odpovědích zastoupeny všechny alternativy, což znamená, že některé distraktory nemají zřejmě v úlohách smysl – studenti je nevolí. Test tím ztrácí na efektivnosti, minimálně z hlediska času potřebného k jeho vyplnění.

Graf 3.13: Relativní četnosti výběrů jednotlivých alternativ – SŠ



Graf 3.14: Relativní četnosti výběrů jednotlivých alternativ – VŠ



Tabulka 3.1 uvedená na následující straně obsahuje údaje o obtížnostech jednotlivých úloh testu. Obtížnosti úloh byly vypočteny zvlášť pro SŠ, VŠ a pro výzkum vedený Robertem J. Beichnerem (výsledky jeho výzkumu jsou uvedeny v [1]).

Obtížnost úlohy je relativní četnost žáků, kteří danou úlohu řešili nesprávně nebo ji neřešili. Obtížnost úloh v procentech je ve všech případech vypočtena jako:

$$Q = (1 - P) \cdot 100 \%,$$

kde P je relativní četnost žáků, kteří vyřešili danou úlohu správně.

V testu lze podle jejich obtížnosti rozlišit úlohy [6]:

- velmi lehké – obtížnost < 20 %,
- obtížné – obtížnost > 80 %.

V tabulce 3.1 jsou takto rozlišené úlohy barevně označeny odpovídající barvou.

Tab. 3.1: Obtížnost úloh

Číslo úlohy	Obtížnost SŠ/%	Obtížnost VŠ/%	Obtížnost zjištěná R. J. Beichnerem/%
1	64	36	84
2	32	7	37
3	23	0	38
4	57	26	72
5	18	2	27
6	56	32	75
7	58	34	69
8	54	33	63
9	70	30	76
10	63	49	70
11	47	17	64
12	15	0	33
13	35	20	39
14	36	5	52
15	43	15	71
16	82	39	78
17	55	37	79
18	42	19	54
19	43	9	63
20	18	0	28
21	60	20	82

V tabulce si lze povšimnout, že kromě úlohy č. 16 byly úlohy pro české žáky a studenty méně obtížné než pro vzorek testovaný R. J. Beichnerem. Pro studenty VŠ byly úlohy o 15 % - 43 % méně obtížné než pro žáky SŠ. Nejobtížnější byla pro žáky SŠ úloha č. 16, je to také jediná úloha testu, v níž dosáhli horšího výsledku než respondenti testovaní R. J. Beichnerem. Pro vysokoškolské studenty byla nejobtížnější úloha č. 10, kterou ale i přesto polovina studentů vyřešila správně.

Dále je z tabulky patrné, že zatímco pro vzorek studentů testovaný R. J. Beichnerem nebyla žádná z úloh testu velmi lehká, v případě SŠ žáků z pražských gymnázií byly takové úlohy 3, v případě studentů MFF UK můžeme za velmi lehké dokonce označit 10 úloh, tedy téměř polovinu testu.

3.3 Analýza jednotlivých testových úloh

Následuje podrobný rozpis všech testových úloh spolu s grafickým znázorněním relativních četností jednotlivých odpovědí a s komentáři výsledků.

Jednotlivým alternativám a) – e) v koláčových grafech byly přiřazeny fixní barvy, jak je vidět v legendách zobrazených u každého grafu. Správná odpověď pak byla ve všech případech z důvodu lepší přehlednosti vybarvena zeleně. Varianta 9 značí respondenty, kteří na danou otázku neodpověděli.

Koláčové grafy jsou samostatně uvedeny také v Příloze III. Jejich účelem je poskytnout čtenáři rychlý a názorný přehled správného řešení jednotlivých úloh a také ukázat podíl volby jednotlivých distraktorů.

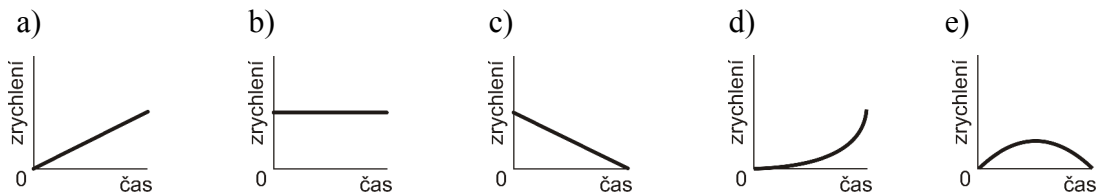
Vzhledem k velikosti vzorků jsem relativní četnosti jednotlivých odpovědí v případě SŠ i VŠ zaokrouhlovala na celá procenta. Domnívám se, že toto zaokrouhlení je dostatečně přesné, v případě SŠ vzorku tvoří 1 žák přibližně 0,6 %, u vzorku VŠ odpovídají jednomu studentovi přibližně 2,4 %.

Poznámka: V některých úlohách je jedna z os grafu popsána jako „souřadnice“.

Rozumíme tím souřadnici polohového vektoru tělesa.

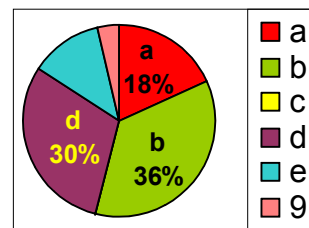
Tato poznámka byla v testu uvedena jako upozornění (viz Příloha I)

- 1 Následující grafy závislosti zrychlení na čase znázorňují pohyb pěti těles. Měřítka na osách všech grafů jsou stejná. Které těleso během daného časového intervalu nejvíce změnilo svoji rychlost?



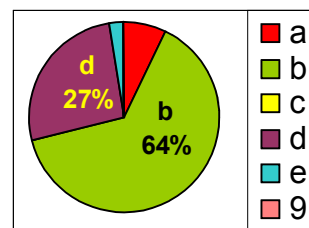
Střední školy

U této úlohy byl poměrně vysoký podíl odpovědi d) a to i v případě VŠ respondentů (viz níže), výraznější je také podíl odpovědi a). Domnívám se, že žáci nesprávně řešili úlohu na základě sklonu křivek, nikoli na základě obsahu ploch pod nimi.



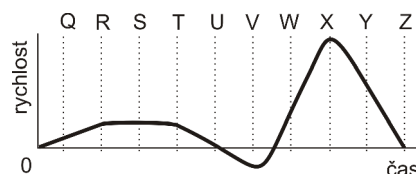
Vysoké školy

Téměř třetina studentů volila špatnou odpověď d). Tato úloha byla pro studenty jednou z nejobtížnějších úloh celého testu.



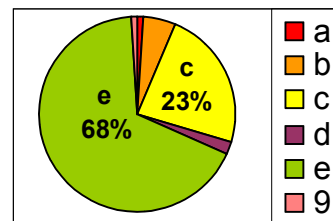
- 2 Kdy je zrychlení tělesa nejvíce záporné?

- a) mezi R a T
- b) mezi T a V
- c) V
- d) X
- e) mezi X a Z



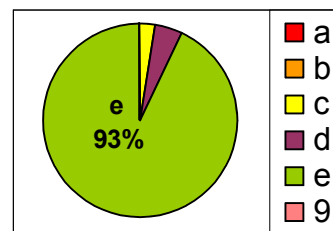
Střední školy

Na rozdíl od VŠ zde více než 20% žáků volilo odpověď c), domnívám se, že na základě špatného dojmu, že záporná rychlost znamená také nejvíce záporné zrychlení.



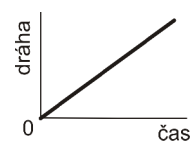
Vysoké školy

Tato otázka zřejmě nedělala studentům větší problémy.



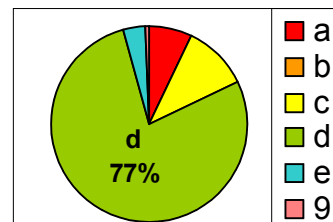
- 3 Graf vpravo znázorňuje pohyb tělesa.
Které z následujících tvrzení nejlépe popisuje tento pohyb?

- a) Těleso se pohybuje s konstantním nenulovým zrychlením.
- b) Těleso se nepohybuje.
- c) Těleso se pohybuje rovnoměrně se zvětšující rychlostí.
- d) Těleso se pohybuje konstantní rychlostí.
- e) Těleso se pohybuje s rovnoměrně se zvětšujícím zrychlením.



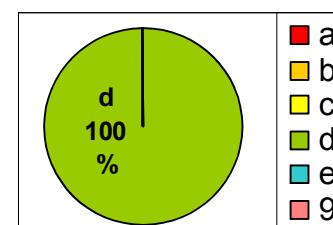
Střední školy

Necelá čtvrtina žáků se domnívala, že se těleso z úlohy pohybuje se zrychlením. Ze špatných odpovědí byla nejvíce (11 % žáků) volena možnost c). Domnívám se, že žáci při změně proměnných grafu usuzují na stejný tvar křivky.



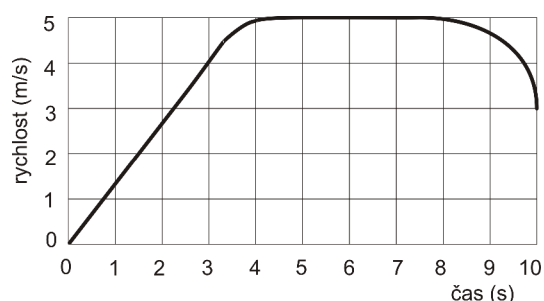
Vysoké školy

Všichni studenti odpověděli na tuto otázku správně.



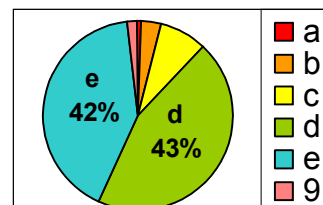
- 4 Výtah jede z přízemí do desátého patra budovy.
Hmotnost výtahu je 1000 kg a jeho pohyb je znázorněn v grafu závislosti rychlosti na čase.
Jakou vzdálenost výtah ujede během prvních tří sekund pohybu?

- a) 0,75 m
- b) 1,33 m
- c) 4,0 m
- d) 6,0 m
- e) 12,0 m



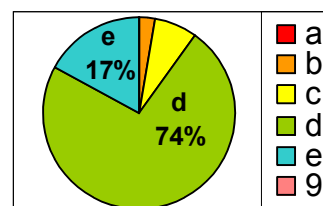
Střední školy

Výrazný podíl distraktorů e), žáci tedy zřejmě buď zapomínali vydělit při výpočtu plochy dvěma, nebo bez hlubší znalosti vynásobili dvě čísla, která odpovídají souřadnicím grafu v čase 3 s.



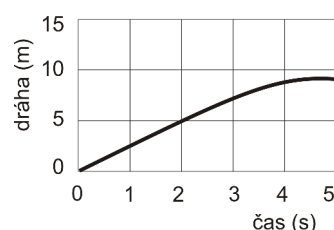
Vysoké školy

Oproti SŠ je na VŠ výraznější podíl správných odpovědí, ale i zde zvolilo odpověď e) více než 15% studentů.



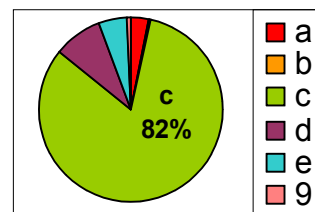
5 Okamžitá rychlost tělesa na konci 2. sekundy je:

- a) 0,4 m/s
- b) 2,0 m/s
- c) 2,5 m/s
- d) 5,0 m/s
- e) 10,0 m/s



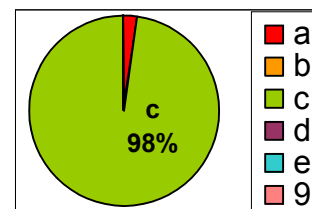
Střední školy

Tuto úlohu žáci řešili poměrně úspěšně, kromě správné odpovědi zde není žádný výrazný distraktor, špatné odpovědi jsou celkem rovnoměrně rozděleny mezi možnosti a), e), d). Domnívám se, že žákům nedělalo problém určit sklon přímky díky tomu, že prochází počátkem.



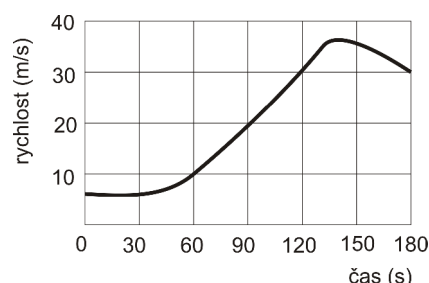
Vysoké školy

I studenti VŠ řešili tuto úlohu úspěšně, kromě správných odpovědí se vyskytovala jen odpověď a). Odpověď d), kterou uváděli žáci SŠ jako druhou nejčastější, nevolil nikdo.



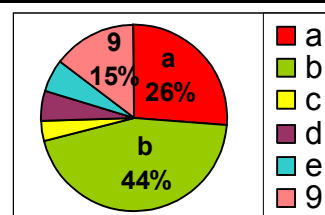
6 Následující graf znázorňuje rychlost automobilu jako funkci času. Automobil má hmotnost $1,5 \cdot 10^3$ kg. Jaké bylo okamžité zrychlení automobilu na konci 90. sekundy?

- a) $0,22 \text{ m/s}^2$
- b) $0,33 \text{ m/s}^2$
- c) $1,0 \text{ m/s}^2$
- d) $9,8 \text{ m/s}^2$
- e) 20 m/s^2



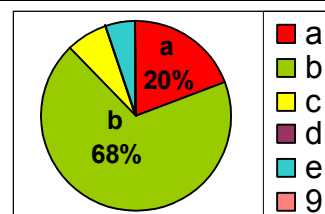
Střední školy

Správně odpověděla méně než polovina žáků, více než čtvrtina zvolila špatnou odpověď a) a je také vidět, že poměrně dost žáků odpověď neoznačilo, protože zřejmě nevěděli, jak úlohu řešit. Domnívám se, že žáci mají větší problémy určovat sklon přímky, která neprochází počátkem, což je případ této úlohy.



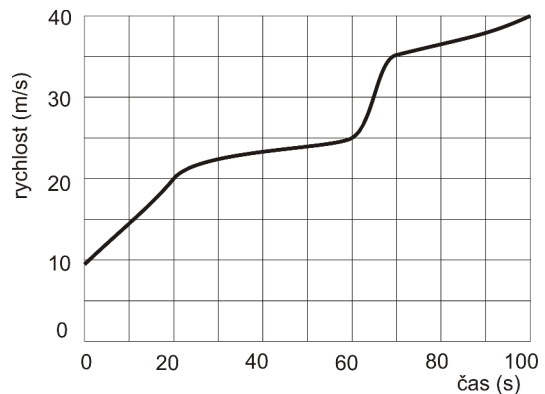
Vysoké školy

I v případě VŠ studentů je výraznější podíl odpovědí a).



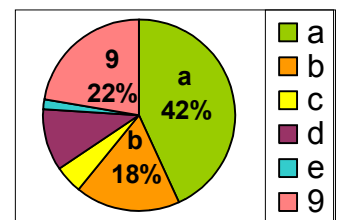
7 Těleso se pohybuje po přímce rychlostí, jejíž časovou závislost ukazuje graf napravo. V čase $t = 65$ s byla velikost okamžitého zrychlení tělesa přibližně rovna:

- a) 1 m/s^2
- b) 2 m/s^2
- c) $9,8 \text{ m/s}^2$
- d) 30 m/s^2
- e) 34 m/s^2



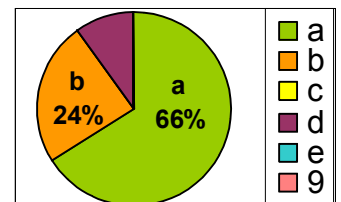
Střední školy

I tento příklad byl zřejmě pro žáky obtížnější, 22% se rozhodlo jej neřešit.

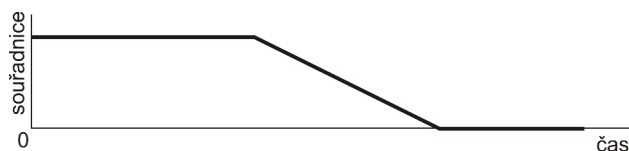


Vysoké školy

Poměrně vysoký (téměř čtvrtina) je podíl odpovědí b) a také odpověď d) se vyskytla v nezanedbatelném počtu případů. Je to ve shodě s tím, jak odpovídali žáci SŠ, kteří také volili tyto možnosti.



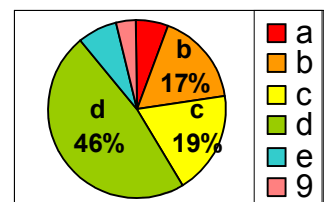
8 Na obrázku je graf znázorňující pohyb tělesa. Které z následujících tvrzení správně vystihuje tento graf?



- a) Těleso se valí po rovině. Potom pokračuje dolů s kopce a nakonec se zastaví.
- b) Těleso se zpočátku nepohybuje. Potom se valí dolů s kopce a nakonec se zastaví.
- c) Těleso se pohybuje konstantní rychlostí. Potom zpomaluje až do zastavení.
- d) Těleso se zpočátku nepohybuje. Potom couvá a nakonec zastaví.
- e) Těleso se pohybuje po rovině, potom couvá z kopce dolů, a pak pokračuje v pohybu.

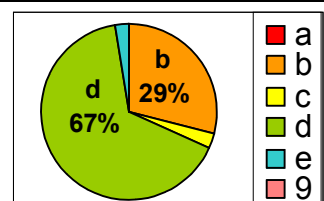
Střední školy

U této úlohy žáci využili všechny varianty řešení, na rozdíl do studentů VŠ také poměrně často volili variantu c), což by odpovídalo záměně pojmů souřadnice a rychlost. Druhým nejčastěji voleným distraktorem byl distraktor b).

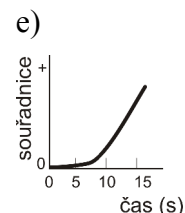
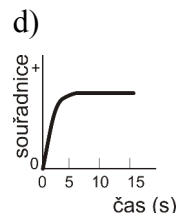
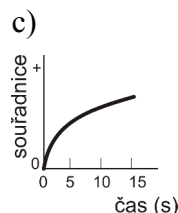
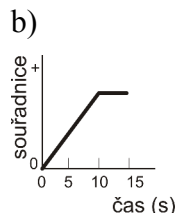
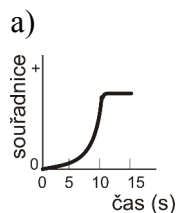


Vysoké školy

29% studentů volilo variantu b), tedy zřejmě chybně spojili „obrázek situace“ s grafem.

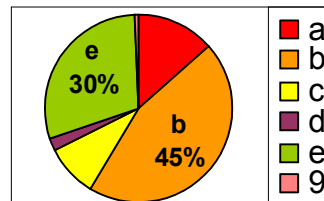


- 9 Těleso se pohybuje z klidu s konstantním zrychlením po dobu deseti sekund. Potom pokračuje v pohybu konstantní nenulovou rychlostí. Který z následujících grafů správně znázorňuje popsany pohyb?



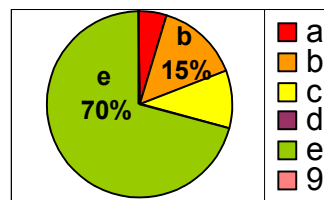
Střední školy

V případě této úlohy pouhých 30% žáků odpovědělo správně, volba špatné varianty b) byla dokonce ještě četnější (45%). Žáci zřejmě zaměnili pojem souřadnice a rychlost.



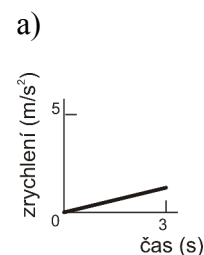
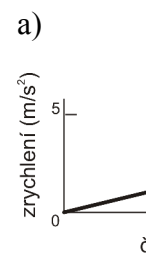
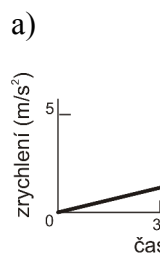
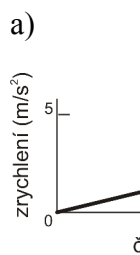
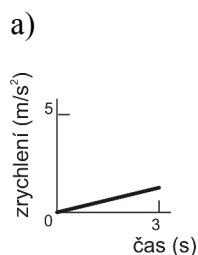
Vysoké školy

Zde měly správné odpovědi 70% většinu, odpověď b) se vyskytla v 15% případů, což je proti SŠ žákům méně.



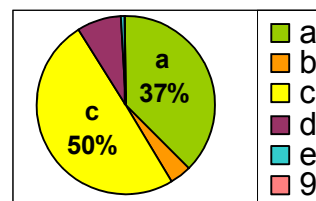
- 10 Následující grafy závislostí zrychlení na čase znázorňují pohyb pěti těles.

Které těleso během daného třísekundového intervalu nejméně změnilo svoji rychlost?



Střední školy

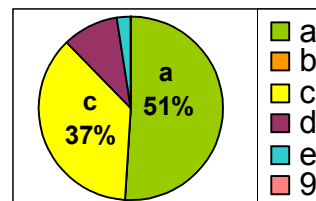
Polovina žáků volila špatnou možnost c), mohlo by tomu tak být proto, že graf konstantní funkce v nich vzbudil dojem, že nedochází ani ke změně rychlosti. Správně odpovědělo 37% žáků.



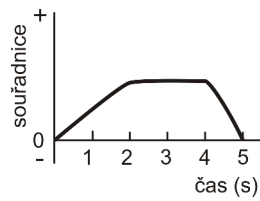
Vysoké školy

I v případě VŠ byla častá odpověď c), volilo ji 37% studentů, správnou odpověď jen přibližně polovina.

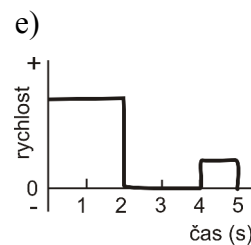
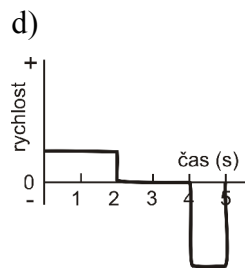
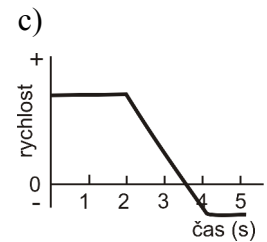
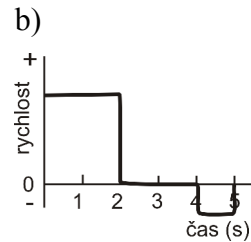
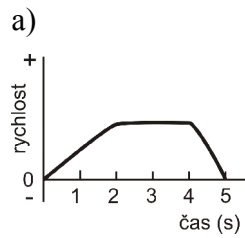
Domnívám se, že studenti často vůbec neuvažovali obsah plochy pod křivkou, ale spíše hodnotili sklony křivek.



- 11 Následující graf ukazuje závislost souřadnice polohového vektoru tělesa na čase během pěti sekund.

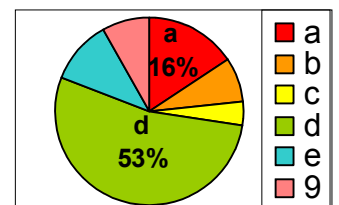


Který z následujících grafů závislosti rychlosti na čase by nejlépe popisoval tentýž pohyb během stejného časového intervalu?



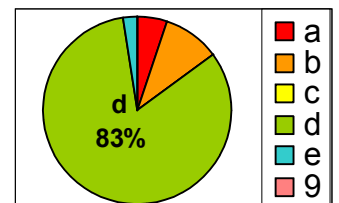
Střední školy

Zatímco správnou odpověď volilo 53% žáků, zbývající část žáků se svými volbami skoro rovnoměrně rozprostřela po zbylém spektru možností, přičemž nejvíce hlasů ze zbylých získala možnost a), což by nasvědčovalo tomu, že studenti se často domnívají, že při změně proměnných grafu se jeho tvar nemění.



Vysoké školy

Odpovědi a) a e) zde nebyly tak časté jako v případě SŠ žáků, odpověď c), d) se na rozdíl od SŠ nevyskytla vůbec. Nejčastěji voleným distraktorem byl distraktor b), kde je tvar křivky správný, ale není zohledněno relativní porovnání velikostí rychlosti v opačných směrech.



1 2 Prohlédněte si následující grafy. Všimněte si rozdílného popisu os.

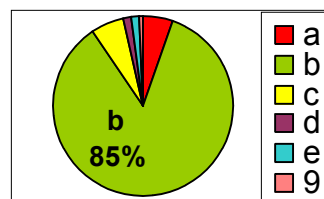
- I) II) III) IV) V)

Který z grafů znázorňuje pohyb konstantní rychlostí?

- a) I, II a IV
b) I a III
c) II a V
d) pouze IV
e) pouze V

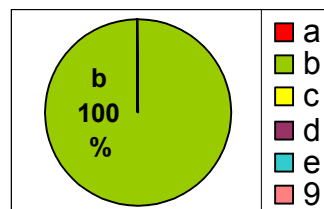
Střední školy

Tato otázka dle mého názoru nedělala žákům problém, 85% odpovědělo správně a ze zbylých možností žádná výrazně nepřevyšovala svou četností ostatní.

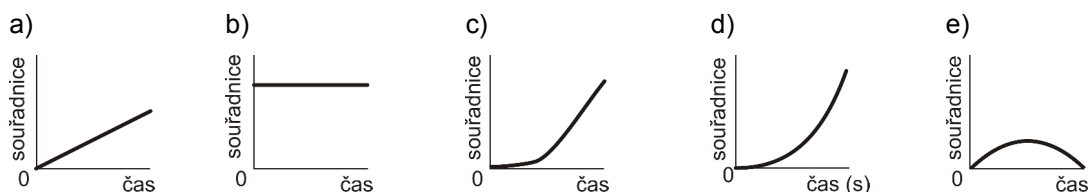


Vysoké školy

Studenti VŠ odpověděli na tuto otázku všichni zcela bez chyby.

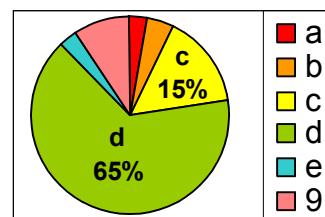


1 3 Následující grafy závislosti souřadnice polohového vektoru tělesa na čase znázorňují pohyb pěti těles. Měřítko na osách všech grafů jsou stejná. Které těleso dosáhlo nejvyšší okamžité rychlosti během zobrazeného časového intervalu?



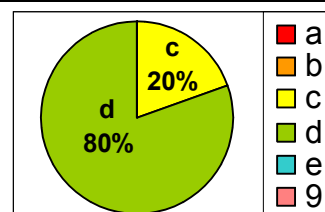
Střední školy

Stejně jako u VŠ je zde kromě správné odpovědi výraznější podíl odpovědi c).

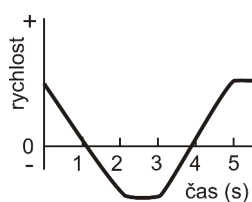


Vysoké školy

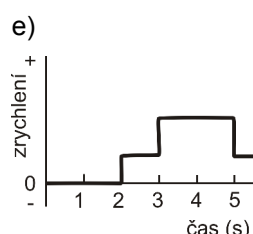
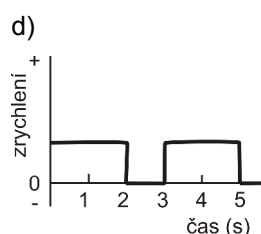
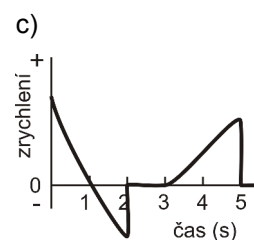
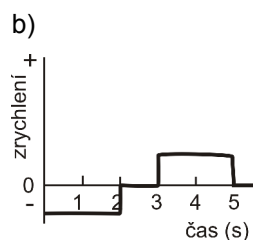
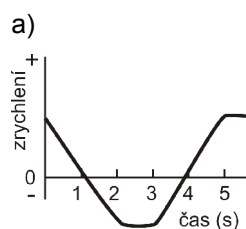
Pětina testovaných zvolila jako správnou odpověď variantu c)



1 4 Následující graf ukazuje závislost rychlosti tělesa na čase během pěti sekund.

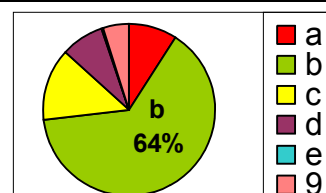


Který z následujících grafů závislosti zrychlení na čase nejlépe popisuje tentýž pohyb během stejného časového intervalu?



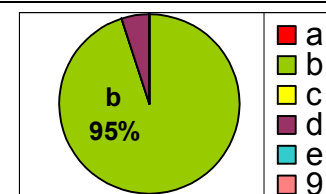
Střední školy

Kromě správné odpovědi se vyskytovaly i všechny ostatní, z nichž nejčastější bylo c) (13 %) a a). Na rozdíl od VŠ, kde tyto možnosti vůbec nebyly voleny. Domnívám se, že je žáci volili proto, že křivky grafu jsou v těchto variantách tvarově nejvíce podobné křivce grafu v zadání.



Vysoké školy

Kromě správného řešení se vyskytovala ještě varianta d), která se liší pouze v časovém intervalu 0 až 2s. To znamená, že studenti zřejmě nezohlednili, zda je pohyb zrychlený nebo zpomalený.



15 Následující graf ukazuje závislost zrychlení tělesa na čase během pěti sekund.

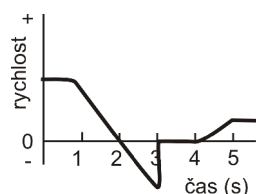


Který z následujících grafů závislosti rychlosti na čase nejlépe popisuje tentýž pohyb během stejného časového intervalu?

a)



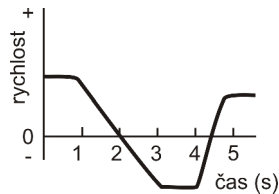
d)



b)



e)

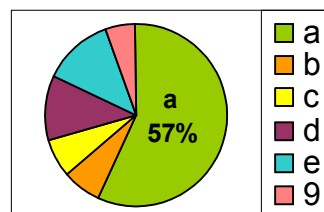


c)



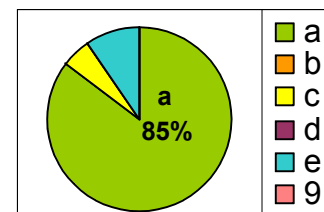
Střední školy

Nesprávné odpovědi se v případě této otázky rozdělily mezi všechny distraktory, z nichž s největší relativní četností byl v případě SŠ i VŠ volen distraktor e). Varianta e) se od správné varianty liší od 4. sekundy pohybu. Žáci zřejmě nevezali v úvahu poloviční velikost zrychlení.

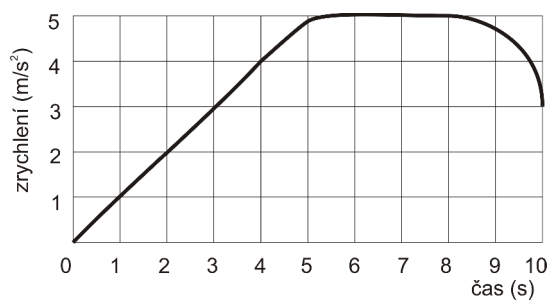


Vysoké školy

Správně odpovědělo 85 % studentů, nejčastějším voleným distraktorem bylo e), stejně jako u SŠ.



1 6 Těleso se pohybuje se zrychlením, jehož časovou závislost ukazuje graf níže:



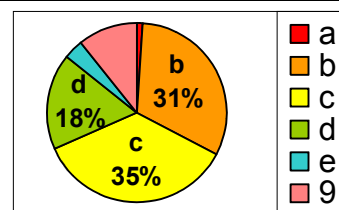
Změna rychlosti tělesa během prvních tří sekund pohybu byla:

- a) 0,66 m/s b) 1,0 m/s c) 3,0 m/s d) 4,5 m/s e) 9,8 m/s

Střední školy

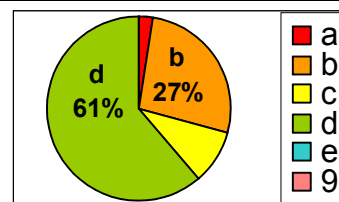
U této otázky pouze 18% žáků zvolilo správnou odpověď, velké zastoupení měly varianty b) a c). Nemálo bylo také žáků, kteří odpověď neoznčili.

Domnívám se, že žáci neumí rozlišit, kdy je třeba počítat obsah plochy pod křivkou a kdy její sklon.



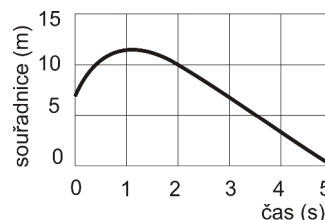
Vysoké školy

I zde byl výraznější podíl odpovědi b), tedy odpovědi, kde studenti patrně počítali sklon křivky.



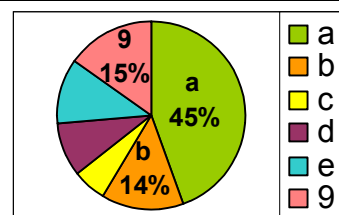
1 7 Okamžitá rychlost tělesa na konci 3. sekundy je přibližně:

- a) -3,3 m/s
b) -2,0 m/s
c) -6,7 m/s
d) 5,0 m/s
e) 7,0 m/s



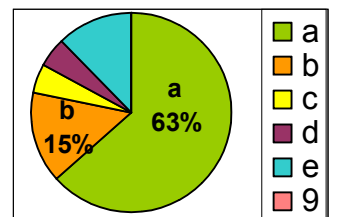
Střední školy

Méně než polovina žáků zvolila správnou variantu, ze zbylých možností byly zastoupeny všechny, žádná z nich výrazně nepřevyšovala výskytem ty ostatní. 15% žáků neodpovědělo.



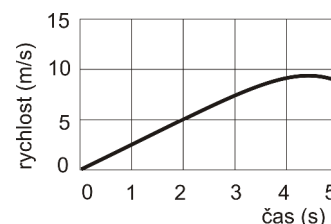
Vysoké školy

Ze špatných variant byly nejčastěji voleny odpovědi b), e), v případě odpovědi e) se může jednat o to, že studenti pouze přímo odečetli hodnotu 7 z grafu, tedy o zmatek ohledně pojmů souřadnice a rychlost.



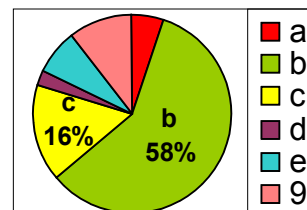
18 Kdybyste chtěli zjistit dráhu, kterou těleso urazilo během časového intervalu od $t = 0$ s do $t = 2$ s, z grafu vpravo byste:

- a) přímo odečetli hodnotu 5 na svislé ose
- b) zjistili obsah plochy mezi odpovídající částí křivky grafu a časovou osou výpočtem $(5 \cdot 2)/2$
- c) zjistili směrnici příslušné části křivky grafu výpočtem $5/2$
- d) zjistili směrnici příslušné části křivky grafu výpočtem $15/2$
- e) neměli dostatek informací k vyřešení úlohy



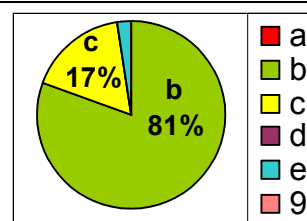
Střední školy

Ze špatných odpovědí převládala odpověď c), stejně jako u studentů VŠ, u nichž uvádím komentář k situaci.

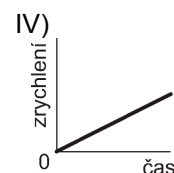
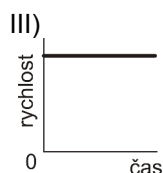
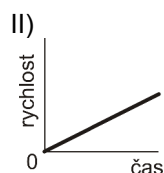
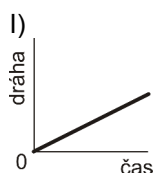


Vysoké školy

Kromě odpovědi b) bylo voleno také c). Na základě toho opět usuzuji, že studenti nemají zcela jasno v tom, kde je třeba počítat směrnici křivky znázorňující pohyb a kde obsah plochy pod touto křivkou.



19 Prohlédněte si následující grafy. Všimněte si rozdílného popisu os.



Který z grafů znázorňuje pohyb s konstantním nenulovým zrychlením?

a) I, II a IV

b) I a III

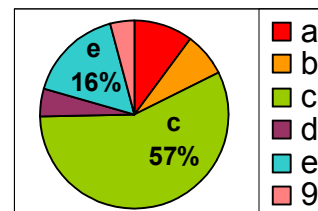
c) II a V

d) pouze IV

e) pouze V

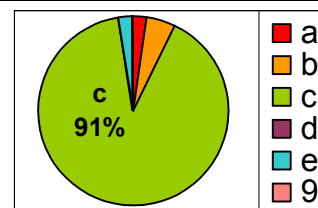
Střední školy

Ze špatných variant byla nejčastěji volena možnost e), žáci tedy do odpovědi zahrnuli i graf II, který zřejmě volili proto, že ze zvětšující se rychlosti vyplývá i zvětšující se zrychlení.

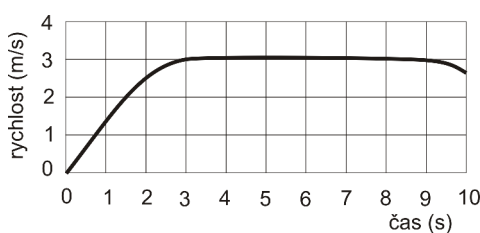


Vysoké školy

Není zde významnější podíl žádné ze špatných variant.



2 1 Těleso se pohybuje rychlostí, jejíž časovou závislost ukazuje graf níže:

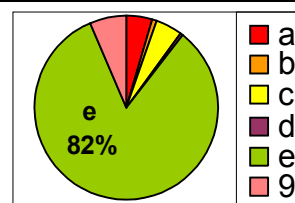


Jakou vzdálenost těleso urazí během časového intervalu od $t = 4$ s do $t = 8$ s?

- a) 0,75 m b) 3,0 m c) 4,0 m d) 8,0 m e) 12,0 m

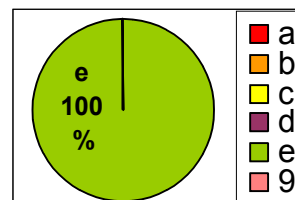
Střední školy

Otázka zřejmě nedělala žákům výrazné problémy, část žáků neodpověděla, což ovšem lze přičítat také tomu, že jde o jednu z posledních otázek a ne každý ji tedy musel stihnout.



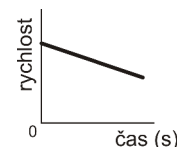
Vysoké školy

Všichni studenti odpověděli správně.



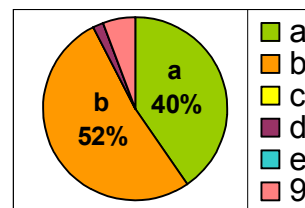
2 1 Graf vpravo znázorňuje pohyb tělesa. Které z následujících tvrzení nejlépe popisuje tento pohyb?

- a) Těleso se pohybuje s konstantním zrychlením.
 b) Těleso se pohybuje s rovnoměrně se zmenšujícím zrychlením.
 c) Těleso se pohybuje s rovnoměrně se zvětšující rychlostí.
 d) Těleso se pohybuje konstantní rychlostí.
 e) Těleso se nepohybuje.



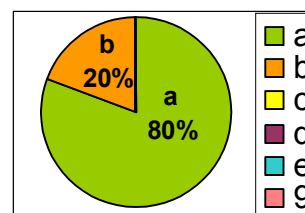
Střední školy

Více než polovina žáků zvolila distraktor b). Mohl je k tomu vést špatný úsudek, že klesá-li rychlost, bude klesat i zrychlení? To by podporovalo domněnku, že žáci mylně usoudili, že i při změně proměnných grafu zůstává tvar křivky stejný.



Vysoké školy

I zde někteří studenti (20%) volili špatnou variantu b), jiná možnost se nevyskytovala.



3.4 Citlivost úloh

Úlohy můžeme podle jejich citlivosti rozdělit na citlivé (rozlišující) a necitlivé (nerozlišující). Toto rozdělení jsem provedla pomocí následujícího postupu:

Sebraná data uvedená v tabulkách v Příloze II jsem vyhodnocovala zvlášť pro SŠ a VŠ.

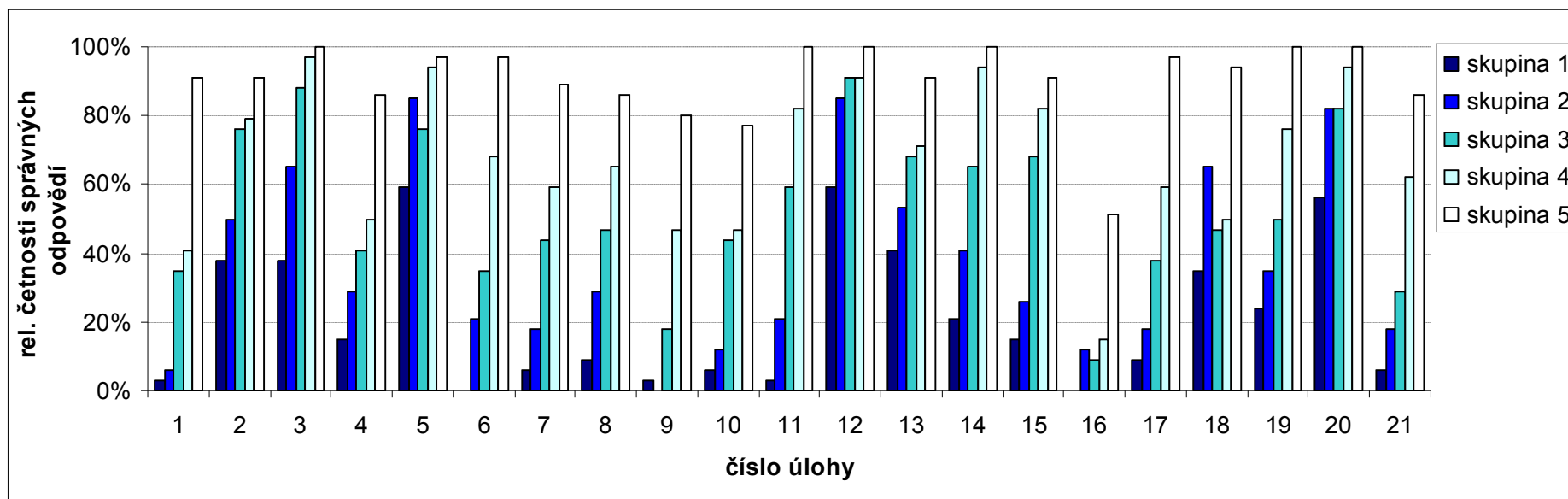
Žáky středních škol jsem seřadila vzestupně podle získaného skóre a rozdělila do 5 skupin tak, aby skupiny žáků byly pokud možno stejně početné. Vznikly tak 4 skupiny očíslované 1-4 po 34 žácích a jedna skupina č. 5 se 35 žáky. Při tom ve skupině č. 1 jsou žáci s nejnižšími získanými celkovými skóre, dále skóre respondentů s čísly skupin postupně rostou, až ve skupině č. 5 jsou žáci s nejvyššími bodovými zisky v testu.

V případě vysokoškolských studentů vzhledem k menšímu vzorku jsem vybrala pouze 2 extrémní skupiny:

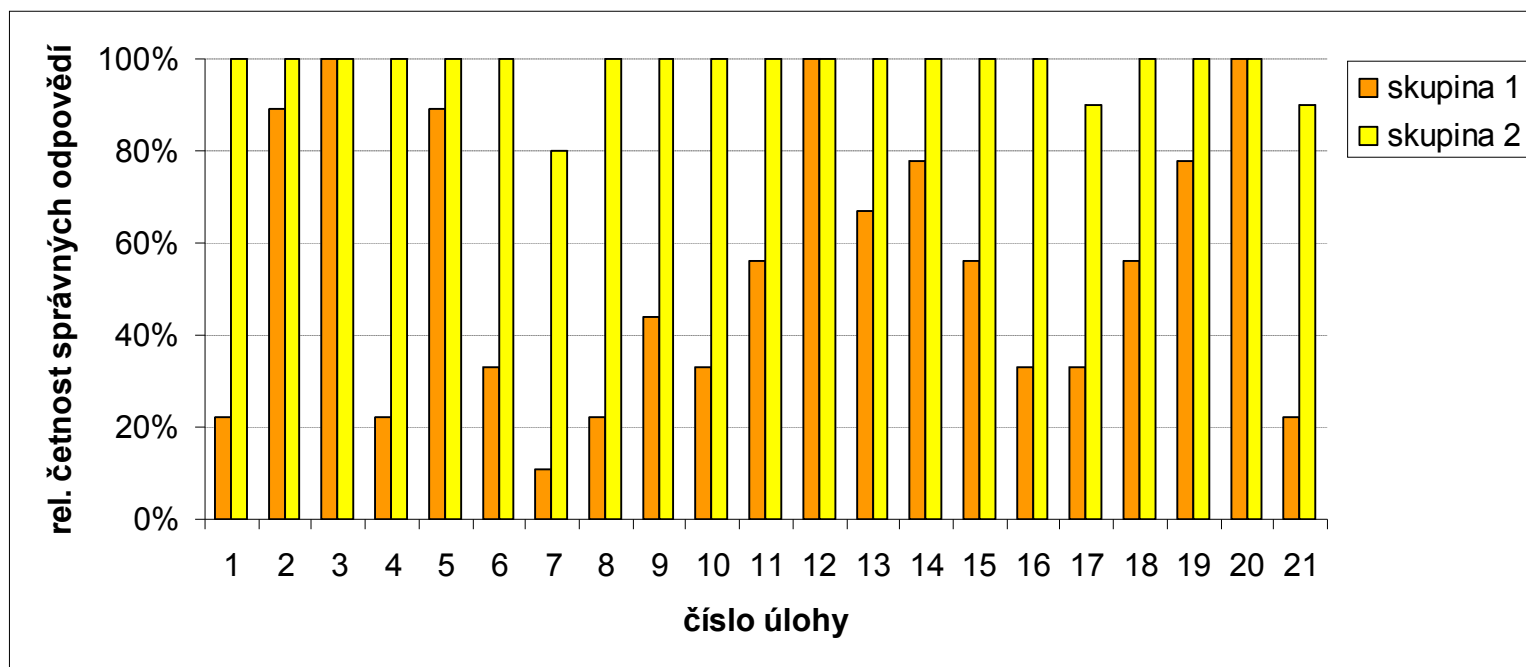
- skupina č. 1 – skupina studentů s nejnižšími skóre...9 osob...skóre 7 – 14 bodů
- skupina č. 2 – skupina studentů s nejvyššími skóre..10 osob...skóre 20 – 21 bodů

Dále jsem pro SŠ a VŠ vypočetla ke každé otázce relativní četnosti správných odpovědí pro všechny skupiny a znázornila je pomocí sloupcových grafů 3.15 a 3.16. Nakonec jsem provedla rozdělení úloh na citlivé a necitlivé.

Graf 3.15: Relativní četnosti správných odpovědí jednotlivých úloh ve skupinách SŠ žáků s různým celkovým skóre



Graf 3.16: Relativní četnosti správných odpovědí jednotlivých úloh ve skupinách VŠ studentů s různým celkovým skóre

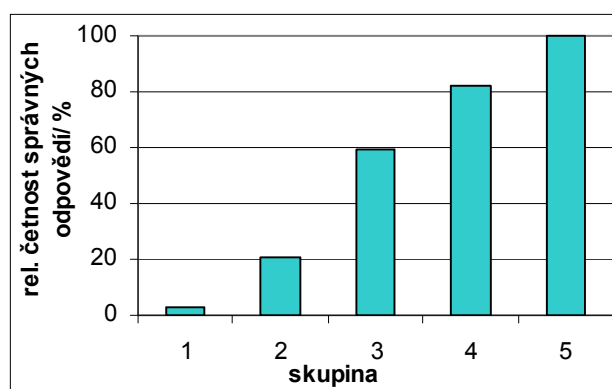


Střední školy:

V případě SŠ jsem nestanovila žádné kritérium pro rozdělení úloh na citlivé a necitlivé tak jako u VŠ (viz str. 42). Vzhledem k jinému způsobu rozdělení žáků do skupin to totiž nebylo tak dobře možné. Proto zde zmíním pouze některé zástupce jednotlivých typů úloh.

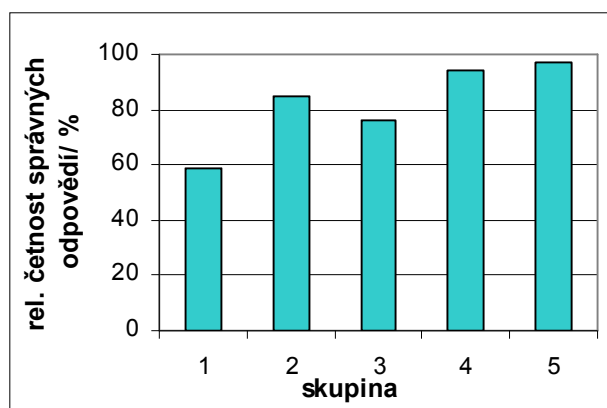
U velké části úloh je dobře rozlišitelná hranice mezi jednotlivými skupinami žáků, relativní četnosti správných odpovědí postupně rostou od skupiny č. 1 po skupinu č. 5. Takové úlohy považuji za **citlivé**, jako zástupce této třídy úloh bych zmínila např. úlohu č. 11 a 14. V případě VŠ studentů (viz tab. 3.2) byla úloha č. 14 vyhodnocena jako necitlivá. Graf 3.17 znázorňuje citlivost úlohy č. 11 jako zástupce citlivých úloh.

Graf 3.17: Citlivá úloha č. 11



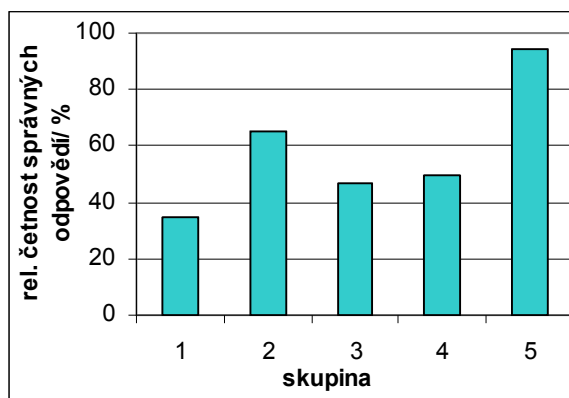
Proti tomu úlohy č. 5 a 12 příliš nerozlišují, relativní četnost správných odpovědí se zde pro všechny skupiny pohybuje na hranici 60% a výše, mezi výsledky skupin jsou malé rozdíly. Graf 3.18 znázorňuje citlivost pro úlohu č. 5 jako zástupce úloh necitlivých.

Graf 3.18: Necitlivá úloha č. 5



Graf 3.19 citlivosti pro úlohu č. 18 ukazuje, že tuto úlohu vyřešili správně téměř všichni žáci, kteří dosáhli nejlepšího celkového skóre testu. V ostatních skupinách, s výjimkou skupiny č. 2, tuto úlohu vyřešilo správně méně než 50 % žáků v dané skupině.

Graf 3.19: Citlivost úlohy č. 18



Na základě zmíněných údajů, které jsem zjistila zpracováním výsledků, jichž žáci v testu dosáhli, bych proto celý test v případě SŠ označila za citlivý .

Vysoké školy:

Kritériem při rozdělování úloh byla po úvaze určena „hranice rozdílu 33 %“, neboli za citlivé jsou v mém dělení považovány ty úlohy, kde je rozdíl mezi relativní četností správných odpovědí skupiny č. 1 a skupiny č. 2 větší než 33 %.

Výsledné rozdělení úloh podle citlivosti je pro VŠ znázorněno v tabulce tabulce 3.2 níže.

Tab. 3.2: Rozdělení úloh podle citlivosti – VŠ

Citlivé úlohy	1, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 18, 21
Necitlivé úlohy	2, 3, 5, 12, 14, 19, 20

Na základě výše uvedeného kritéria o úloze č. 13 nelze rozhodnout, neboť rozdíl mezi relativní četností správných odpovědí skupiny č. 1 a skupiny č. 2 je přesně 33 %.

V případě vysokoškolských studentů již dle mého názoru citlivost testu není jednoznačná, třetina úloh není citlivá.

4 Srovnání a interpretace výsledků výzkumu

Tato kapitola ukazuje souvislosti mezi získanými daty, shrnuje výstupy plynoucí z výzkumu. Je v ní provedeno srovnání výsledků vlastního výzkumu pro respondenty SŠ a VŠ a také pro výsledky získané a zveřejněné R. J. Beichnerem.

Dále jsou zde popsány a shrnuty nejčastější miskoncepce, které již byly nastíněny v rámci analýzy jednotlivých testových otázek v Kapitole 3.

4.1 Porovnání výsledků výzkumu

4.1.1 Porovnání celkových výsledků testu mezi žáky SŠ a VŠ

Vzhledem k tomu, že jsem test zadávala žákům středních škol i vysokoškolským studentům, přičemž získané výsledky se v některých ohledech pro tyto dvě skupiny lišily, ráda bych v této podkapitole provedla jejich srovnání.

V grafech 3.1 a 3.2 na straně 16 je vidět, že celkové skóre získané v testu studenty MFF UK je vzhledem k celkovému skóre žáků SŠ posunuto směrem k vyšším hodnotám. Studenti MFF UK byli tedy v řešení testu úspěšnější. Z hladkých obalových křivek grafů lze dále soudit, že v testu nebylo zaznamenáno žádné skóre, kterého by žáci a studenti dosahovali výrazně častěji.

Na základě rozdělení úloh podle citlivosti se ukázalo, že zatímco většina úloh byla pro žáky SŠ citlivá, v případě studentů VŠ bylo také poměrně hodně úloh (třetina z celkového počtu) necitlivých. To ukazuje, že studenti VŠ mají některé dovednosti osvojené, zatímco pro žáky SŠ toto tvrzení neplatí. Úlohy, které byly pro studenty VŠ vyhodnoceny jako necitlivé, uvádí tabulka 3.2. Dovednosti s těmito úlohami spjaté je pak možno určit na základě tabulky 2.1 na str. 13. Soudě tedy podle údajů v těchto tabulkách se domnívám, že studenti VŠ mají lépe osvojenou například dovednost nalézt pro pohyb zadaný pomocí slovního popisu k danému grafu odpovídající graf závislosti jiných proměnných.

4.1.2 Porovnání obtížnosti úloh a výběru distraktorů mezi žáky SŠ a VŠ

Z koláčových grafů je dobře patrné, že v odpovědích žáků středních škol bylo zastoupeno více různých distraktorů než v případě odpovědí studentů MFF UK (viz např. rozložení odpovědí úlohy č. 14 v Příloze III). U žáků SŠ jsou také podíly výběru jednotlivých distraktorů větší než u vysokoškolských studentů.

Ráda bych také okomentovala skutečnost, že na některé otázky část žáků neodpověděla. Součástí zadání testu byla i instrukce, aby respondenti v případě, že nebudou znát odpověď na danou otázku, nevyplňovali do záznamového archu nic. Důvodem tohoto požadavku bylo zamezit zkreslení výsledků testu, které by mohlo vzniknout tipováním odpovědí. To, že část žáků v případě některých otázek neoznačila žádnou odpověď, tedy může znamenat, že žáci přistoupili k vyplňování testu zodpovědně a skutečně se vyjadřovali pouze k otázkám, na které mohli odpovědět na základě určitého postupu či úvahy. Dle mého názoru se také žáci SŠ vyhýbali úlohám, které se zabývaly zrychlením tělesa (např. úloha č. 6 a 7). Domnívám se, že to je způsobeno tím, že v rámci tradičního přístupu se na středních školách během kinematiky žáci často s grafem závislosti zrychlení na čase nesetkají..

Úlohy byly také pro žáky SŠ a studenty MFF UK různě obtížné. Jak ukazuje tabulka 3.1 na str. 23, test byl pro žáky SŠ obtížnější než pro studenty MFF UK. V případě studentů MFF UK můžeme 10 úloh testu označit za úlohy velmi lehké, pro žáky SŠ byly velmi lehké 3 úlohy: č. 5, č. 12 a č. 20. Tyto úlohy ke správnému vyřešení vyžadovaly: určit směrnici přímky procházející počátkem; vědět, jak vypadají průběhy grafů závislosti rychlosti, zrychlení a dráhy na čase pro pohyb konstantní rychlostí; určit velikost obsahu plochy pod křivkou grafu, který znázorňoval závislost rychlosti na čase pro pohyb konstantní rychlostí.

Porovnáme-li dále odpovědi žáků SŠ s tím, jak odpovídali studenti VŠ, byly některé úlohy podobné složením a vzájemnými poměry distraktorů, které respondenti volili. Byly to úlohy: č. 1, 4, 6, 10 a č. 17. Tyto úlohy jsou zaměřeny na výpočet obsahu plochy pod grafem a na výpočet směrnice přímky, která neprochází počátkem.

Vyskytlo se také několik úloh, v nichž respondenti ze SŠ shodně s respondenty VŠ volili v míře alespoň 25 % jeden vybraný distraktor. Jedná se o

následující distraktory: d) v úloze č. 1, c) v úloze č. 10 a b) v úloze č. 16. Všechny tři úlohy ke správnému vyřešení vyžadovaly určit či kvalitativně porovnat velikost obsahu plochy pod křivkou grafu. Výběr nejčastěji volených distraktorů (viz výše) ukazuje, že žáci místo plochy pod křivkou uvažovali směrnici.

V případě vzorku SŠ žáků některé volené distraktory relativní četností, s jakou byly označeny, dokonce předstihly podíl správných odpovědí. Jedná se například o distraktor b) v úloze č. 9 (získal 45 %), distraktor c) v úloze č. 10 (získal 50 %), b) a c) v úloze č. 16 (získaly po řadě 31 % a 35 %). Také relativní četnost výběru distraktoru e) v úloze č. 4 je poměrně značná (42 %), pouze o 1 % nižší než relativní četnost výběru správné odpovědi. K vyřešení těchto úloh bylo zapotřebí umět nalézt odpovídající graf závislosti jiných kinematických veličin a také určit obsah plochy pod křivkou grafu. Distraktory zmíněné v tomto odstavci byly zřejmě voleny z důvodu záměny kinematických veličin, záměny výpočtu obsahu plochy pod křivkou grafu s výpočtem směrnice této křivky a dále proto, že respondenti prováděli některé výpočty bez správné interpretace děje zobrazeného v daném grafu.

Odpovědi žáků SŠ a studentů VŠ se lišily v případě úlohy č. 12 (úloha požadovala vybrat grafy, které znázorňují pohyb s konstantní rychlostí), kterou správně zodpověděli všichni studenti MFF UK, zatímco v odpovědích žáků SŠ jsou zastoupeny všechny distraktory. I tak tuto úlohu správně vyřešilo 85 % žáků. Dále jsou odlišnosti u řešení úlohy č. 16 (úkolem bylo určit obsah plochy pod křivkou grafu), kde nejčtenější odpovědí byl v případě SŠ distraktor c) s relativní četností 35 %. Žáci zřejmě pouze odečetli hodnotu na svislé ose. Dále volili distraktor b), kdy určovali směrnici křivky grafu v daném bodě. V případě MFF UK studenti nejčastěji volili správnou variantu d) (získala 61 % odpovědí), poté distraktor b) (27 %) přičemž distraktor c) volený 10-ti procenty studentů byl až 3. nejčtenější alternativou. Je zde zřejmý posun ve volbě distraktorů, kdy studenti MFF UK již nevolí alternativu, která je výsledkem nejjednoduššího čtení z grafu, jenž na první pohled nedává reálný smysl, a snaží se použít obtížnější metody získání dat z daného grafu. To může ukazovat na lepší strategické dovednosti při řešení úloh spíše než na rozvinutější dovednost práce s grafy.

Celkově tedy bylo pro studenty VŠ obtížných úloh méně než pro žáky SŠ, některé úlohy byly volbou a četnostmi distraktorů podobné pro obě tyto skupiny respondentů, ovšem ve většině případů využili žáci SŠ více různých distraktorů. Jak

v případě středoškolských žáků, tak v případě studentů VŠ se objevily úlohy, kde jeden z distraktorů byl volen častěji než správná varianta.

4.1.3 Porovnání výsledků vlastního výzkumu s výzkumem R. J. Beichnera

Kromě výsledků vlastního výzkumu mám také k dispozici vybrané výsledky výzkumu vedeného R. J. Beichnerem (viz [1]).

Ze srovnání těchto výsledků s výsledky vlastního výzkumu plyne, že žáci SŠ využívali k odpovědím na úlohy více alternativ než studenti VŠ.

Pro vzorek respondentů testovaný R. J. Beichnerem nebyla na rozdíl od vzorku mého vlastního výzkumu žádná úloha velmi lehká, za obtížné lze označit dvě. Celkově byl test pro pražské studenty a žáky snazší než pro vzorek studentů testovaný autorem testu.

Co se týče volby distraktorů, výsledky, které přinesl můj výzkum skupiny SŠ žáků, jsou ve velké shodě s těmi, které zjistil při testování R. J. Beichner. Oba vzorky respondentů ve většině úloh nejčastěji volily tytéž distraktory, jediné patrnější rozdíly mezi výsledky úloh jsou u úlohy č. 1, kde v případě českých respondentů je nejčastěji voleným distraktorem d), zatímco nejvíce studentů z Beichnerova vzorku volilo distraktor a), dále pak v úloze č. 7 není v případě českých žáků tak výrazný podíl distraktoru d) jako u vzorku testovaného autorem testu.

4.2 Hlavní miskoncepce

Různým chybám, jichž se respondenti v testu dopouštěli, lze s využitím tabulky 2.1 (viz str. 13) přiřadit dovednost, kterou testovaný jedinec patrně neovládá, jestliže úlohu řešil nesprávně. Tímto způsobem jsem tedy po vyhodnocení výsledků testu dospěla k tomu, jaké byly nejčastější miskoncepce respondentů. Zjištěné miskoncepce jsou ve shodě s výzkumem R. J. Beichnera [1] a M. Gřondilové [7].

Nepochopení významu směrnice grafu v daném bodě

K úspěšnému vyřešení úloh č. 5 a 6 je třeba umět interpretovat a kvalitativně porovnat či vypočítat sklon přímky. Na základě porovnání výsledků těchto dvou úloh se domnívám, že žáci mají problém interpretovat a určit sklon přímky zejména v případě, že přímka neprochází počátkem. Zatímco totiž úlohu č. 5, kde přímka grafu prochází počátkem, řešilo úspěšně 82 % SŠ respondentů a 98 % studentů VŠ, úlohu č. 6 již vyřešilo správně méně než polovina žáků SŠ a 68 % studentů VŠ, přičemž počet žáků SŠ, kteří se rozhodli úlohu neřešit, vzrostl z 1 % v případě úlohy č. 5 na 15 %.

Nepochopení významu obsahu plochy pod grafem

Největší problém představovaly pro respondenty mnou testovaného vzorku úlohy, které ke správnému vyřešení vyžadovaly určit obsah plochy pod křivkou grafu. Konkrétně se jednalo o určení změny rychlosti pohybujícího se tělesa z grafu závislosti zrychlení na čase. Zástupcem této třídy otázek je například hned první úloha testu. Zde byl v případě skupiny SŠ i VŠ často volen distraktor d), který by dle mého názoru žák chápající význam obsahu plochy pod křivkou v tomto případě rozhodně nevolil. Také otázka č. 10 se týká změny rychlosti tělesa. Správně na ni odpovědělo pouze 37 % žáků SŠ a 51 % studentů MFF UK. Domnívám se, že i v případě této úlohy velká část respondentů neuvažovala obsahy ploch pod křivkami, ale spíše hodnotila sklony křivek. Celých 50 % žáků SŠ zde dokonce zvolilo distraktor, který znázorňuje nikoli nejmenší změnu rychlosti, na níž se otázka ptá, ale naopak největší změnu rychlosti. V případě některých úloh respondenti zřejmě počítali směrnici křivky grafu místo obsahu plochy pod křivkou. Kromě již zmíněných úloh č. 1 a 10 se dále jedná např. o úlohy č. 16 a 18.

Vzájemná záměna grafů závislosti souřadnice a rychlosti na čase

Domnívám se, že to je miskoncepce, která způsobila, že 45 % žáků SŠ zvolilo v případě otázky č. 9 distraktor b). V případě vysokoškolských studentů již tato chybná záměna proměnných souřadnice a rychlosti není tak četná. V úloze č. 9 se jí patrně dopustilo 15 % studentů VŠ. Úloha č. 9 byla zaměřena na dovednost vybrat odpovídající graf pro zadaný slovní popis situace. Také v případě úlohy č. 8, která byla zaměřena naopak na to, aby respondenti na základě zadaného pohybového grafu vybrali příslušný slovní popis situace, zvolilo 19 % žáků SŠ distraktor c), který by odpovídal záměně pojmů souřadnice a rychlost. U studentů VŠ došlo při řešení úlohy č. 8 k této miskoncepti zřejmě pouze ve 2 % případů.

Představa, že graf je náčrtem reálné situace, graf jako „obrázek“

Tato miskoncepce se objevila u úloh zadaných grafem (např. úloha č. 8), kde bylo úkolem k danému grafu zvolit správný slovní popis pohybu. Zde 17 % žáků SŠ a 29 % studentů VŠ volilo distraktor b), domnívám se, že na základě grafu závislosti souřadnice na čase, v němž v jedné části pohybu souřadnice lineárně klesá, tento graficky znázorněný pokles špatně interpretovali jako pohyb dolů z kopce.

Představa, že změnou proměnných grafu se tvar křivky nemění

Na dovednost určit tvar křivky grafu dvou proměnných, jestliže je znám tvar křivky téhož pohybu pro jiné dvě proměnné, byly zaměřeny úlohy č. 11, č. 14 a č. 15. Na základě výsledků těchto úloh se domnívám, že žáci a studenti se v těchto úlohách dopustili výše uvedené chybné úvahy. Tato misinterpretace měla v případě mého výzkumu vyšší výskyt u žáků SŠ než u studentů MFF UK.

4.3 Kritické posouzení použitého testu

Na základě výsledků mnou provedeného výzkumu jsem došla k několika následujícím závěrům ohledně samotného testu.

S přihlédnutím k tomu, jakým způsobem byly voleny jednotlivé distraktory (viz např. koláčové grafy v Příloze III) se domnívám, že poměrně mnoho distraktorů v testu je zbytečných – žáci a studenti je nevolí. Především je to patrné v případě vzorku studentů VŠ.

Distraktory, které volilo 1% a méně respondentů ze SŠ jsou (uvedeny spolu s číslem úlohy) tyto: 1 c); 3 b); 4 a); 5 b); 10 e); 12 d); 14 e); 16 a); 20 b), d); 21 c). Distraktorů, které volilo 1 % a méně respondentů z VŠ, je celkem 22.

Co se týče citlivosti celého testu, pro žáky SŠ je test citlivý, ovšem pro studenty MFF UK se jako citlivý neprokázal, citlivá pro ně byla pouze část úloh. Dle mého názoru jsou proto některé necitlivé úlohy v testu zbytečné a domnívám se, že by mohly být z testu vyřazeny. Tento návrh bude ještě specifikován na následující straně.

Rovněž pořadí jednotlivých úloh testu bych patrně volila jiné. Úlohy s vysokou úspěšností, jako jsou například úlohy č. 12, 20, bych přemístila na začátek testu a naopak úlohy, které se ukazují být pro respondenty obtížnější, spíše na jeho konec. Obecně není doporučeno začínat testy obtížnějšími úlohami, neboť v takovém případě mohou studenti být hned na začátku testu překvapeni nečekaně vysokou obtížností. Mohou potom v důsledku očekávání, že se náročnost úloh bude stupňovat, ztratit motivaci úlohy řešit. Zcela vhodné není ani zařazování snadnějších úloh testu na jeho konec. Respondenti v takovém případě totiž mohou v domnění, že jde o složitou úlohu, považovat snadná a správná řešení za chybná a ztratí čas hledáním fiktivních skrytých „základností“. Za obtížnější úlohu umístěnou nevhodně na začátku testu považuji zejména úlohu č. 1. Sám autor testu v [1] píše, že pro respondenty v souvislosti s jejím umístěním „tato úloha byla nečekaně obtížná.“

V tabulce 4.1 si lze povšimnout, že je v testu zastoupeno více úloh zaměřených na použití stejných dovedností. Domnívám se, že zejména v případech úloh, kde je tato úspěšnost řešení navíc poměrně vysoká, je zbytečné, aby test obsahoval všechny tyto úlohy. V testu pro studenty VŠ bych proto navrhovala některé úlohy odstranit. Většina těchto úloh navržených k odstranění jsou navíc zároveň úlohy klasifikované jako necitlivé. Test by se tudíž jejich odstraněním stal více rozlišujícím a méně by zatěžoval testované studenty. Úlohy, které bych ve verzi testu pro studenty VŠ odstranila, jsou v tabulce označeny šedým podkladem. Po této modifikaci by bylo nutné opět zjistit reliabilitu nově vytvořeného testu.

Tab. 4.1: Tabulka rozdělení úloh podle dovedností rozšířená o úspěšnosti řešení těchto úloh

	Bylo zadáno	Sledovaná dovednost	Číslo úlohy			Úspěšnost SŠ/%			Úspěšnost VŠ/%		
			5	13	17	82	65	45	98	80	63
1	souřadnice polohy, čas	určení rychlosti	5	13	17	82	65	45	98	80	63
2	rychlost, čas	určení zrychlení	2	6	7	68	44	42	93	68	66
3	rychlost, čas	určení dráhy	4	18	20	43	58	82	74	81	100
4	zrychlení, čas	určení změny rychlosti	1	10	16	36	37	18	64	51	61
5	pohybový graf	vybrat jiný odpovídající graf	11	14	15	53	64	57	83	95	85
6	pohybový graf	vybrat slovní popis	3	8	21	77	46	40	100	67	80
7	slovní popis pohybu	vybrat odpovídající graf	9	12	19	30	85	57	70	100	91

Závěr

Tato práce se zabývala typickými miskoncepcemi žáků a studentů českých škol při interpretaci kinematických grafů. Z anglického jazyka byl přeložen standardizovaný konceptuální test, který se skládal z 21 uzavřených otázek zaměřených na různé dovednosti týkající se práce s grafy. Tento test byl poté použit k vlastnímu výzkumu.

Výzkumu se zúčastnilo 171 žáků ze 4 pražských středních škol a 41 studentů prvních ročníků MFF UK. Vzhledem k velikosti vzorku se jednalo o pilotní projekt, nikoli o výzkum reprezentativní části populace.

Data získaná vlastním výzkumem byla analyzována pomocí základních statistických metod, graficky znázorněna a interpretována. Pro každou testovou otázku byla zjištěna její citlivost a obtížnost. Bylo provedeno srovnání výsledků vlastního výzkumu pro SŠ a VŠ a také porovnání s výsledky, které ve výzkumu získal autor původního testu. Při srovnání výsledků testu skupin SŠ a VŠ bylo zjištěno, že test je citlivý pro žáky středních škol, ale pro studenty VŠ již třetina testových otázek citlivá není. Dále se ukázalo, že studenti VŠ jsou v řešení testu úspěšnější než žáci SŠ a že čeští žáci a studenti dosahovali v testu lepších výsledků než vzorek studentů zkoumaný R. J. Beichnerem.

Interpretace výsledků výzkumu potvrdila typické miskoncepce studentů, o nichž se zmiňovaly i dosavadní studie. Těmito miskoncepcemi byly především neznalost významu obsahu plochy pod křivkou a záměna jejího výpočtu s výpočtem sklonu křivky, dále pak poměrně častá představa respondentů, že při změně proměnných grafu se tvar příslušné křivky nezmění. Miskoncepce žáků SŠ se v některých aspektech lišily od miskoncepcí studentů VŠ. Studenti VŠ se obvykle při řešení jedné úlohy dopouštěli jedné miskoncepce, zatímco v případě žáků SŠ byly distraktory voleny tak, že to spíše odpovídá více miskoncepcím v rámci jedné úlohy. Obecně jsou také podíly distraktorů v případě středoškolských respondentů vyšší než u studentů VŠ, u vysokoškolských studentů tedy nedochází k miskoncepcím v takové míře, mají zřejmě již některé dovednosti lépe osvojené. Nicméně je třeba

připomenout, že ve vzorku testovaných žáků z pražských gymnázií byli žáci jak přírodovědného, tak humanitního zaměření, zatímco vzorek VŠ studentů zahrnuje pouze respondenty, kteří se chtějí věnovat studiu matematiky, fyziky a informatiky. Můžeme zde uvažovat o výběrovém efektu, i když vzhledem k tomu, že se již nekonají přijímací zkoušky a studenti byli testováni v 1. semestru, není zaručeno, že ve vzorku VŠ studentů jsou opravdu pouze ti nadaní na fyziku, matematiku.

Volba distraktorů byla v případě českých i zahraničních studentů velmi podobná. Analýza výsledků také ukázala, že mnohé distraktory nebyly respondenty vůbec vybírány.

Bylo provedeno kritické posouzení použitého testu, přičemž na základě výsledků výzkumu byly navrženy úpravy testu pro případ zadávání tohoto testu studentům vysokých škol. Jednalo se například o návrh odstranit některé úlohy, neboť při analýze výsledků se ukázalo, že test obsahuje několik skupin velmi podobných úloh, které jsou zaměřeny na zkoumání stejných dovedností, studenti VŠ je řeší s velkou úspěšností a některé z těchto úloh nejsou citlivé. Jejich případným odstraněním by se tudíž test stal více rozlišujícím a respondenty by díky nižšímu počtu otázek méně zatěžoval.

Mohlo by být zajímavé pokusit se test na základě podrobnějšího výzkumu s větším počtem respondentů upravit tak, aby byl pro studenty VŠ citlivý a aby obsahoval distraktory, které budou vůči sobě navzájem voleny přibližně rovnoměrně.

Literatura

- [1] Beichner, R. (1994): *Testing student interpretation of kinematics graphs*, Am. J. Phys. 62 (8), 750-762
- [2] Byčkovský, P., Zvára, K. (2007): *Konstrukce a analýza testů pro přijímací řízení*, Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova, Praha 2007
- [3] Webové stránky Centra pro zjišťování výsledků vzdělávání
<<http://www.cermat.cz/didakticke-testy-1404034141.html>>, verze ze dne 20.2.2010
- [4] Hanč, J. a kol. (2008): *Štandardizované konceptuálne a postojoyé testy vo fyzikálnom vzdelávaní*, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika, Košice 2008
- [5] Webové stránky R. Beichnera, NC State University
<<http://www.ncsu.edu/per/beichner.html>>, verze ze dne 14.4.2010
- [6] Chráška, M. (2002): *Didaktické testy ve školní praxi*, PAIDO, Brno 2002
- [7] Gřondilová, M. (2004): *Práce s grafy ve výuce fyziky*, Diplomová práce, Matematicko- fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha 2004

Přílohy

Příloha I – Zadávaný test

str. 55

Příloha II – Absolutní četnosti výběru jednotlivých alternativ

(absolutní četnosti výběru jednotlivých alternativ jsou v této příloze uvedeny v tabulkách)

str. 62

Příloha III – Relativní četnosti výběru jednotlivých alternativ

(relativní četnosti výběru jednotlivých alternativ jsou v této příloze znázorněny pomocí koláčových grafů)

str. 63

Databáze

(databáze obsahuje tabulky, které byly dále použity k tvorbě grafů a při zpracování výstupů vlastního výzkumu)

příloha na CD