

# Učitel matematiky

---

Václav Sýkora; Jaroslav Zhouf

Maturitní zkouška z matematiky: Současný stav a problémy

*Učitel matematiky*, Vol. 10 (2002), No. 2, 103–113

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/150491>

## Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2002

Institute of Mathematics of the Czech Academy of Sciences provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This document has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://dml.cz>

*Úloha 4:* Takových cest je 90. Na obrázku 5 je naznačeno, jak se k uvedenému číslu dojde.

*Úloha 5:* Takových cest je 1 680.

*Prof. RNDr. Milan Hejný, CSc.*

*Katedra matematiky a didaktiky matematiky UK Praha*

*M. D. Rettigové 5, 116 39 Praha 1*

*e-mail: Milan.Hejny@pedf.cuni.cz*

*Mgr. Marie Tichá, CSc.*

*Matematický ústav AV ČR*

*Žitná 25, 115 67 Praha 1*

*e-mail: ticha@math.cas.cz*

## MATURITNÍ ZKOUŠKA Z MATEMATIKY

### Současný stav a problémy

VÁCLAV SÝKORA, JAROSLAV ZHOUF

O tom, že bude zapotřebí změnit stávající pojetí maturit, se diskutuje již řadu let. Liberální přístup k organizaci a obsahovému zaměření maturitních zkoušek, který se prosadil po listopadu 1989, a který ponechával zajištění průběhu maturitních zkoušek na jednotlivých školách, začínal být postupně nepřijatelný. Důvodem byla hlavně různorodá náročnost, velmi nízká možnost kontroly a rozevírající se nůžky mezi výsledky maturitních zkoušek a jejich přijatelností pro vysoké školy jako ukazatele k přijímacímu řízení. K těmto faktorům přispěla také postupující decentralizace řízení školství, v jejímž rámci docházelo k přesunu pravomocí centrálního orgánu, tj. ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy na

jednotlivé kraje. Je jistě rozumné a užitečné, aby kraje ovlivňovaly koncepční otázky vzdělávacího systému ve svém regionu, na druhé straně by však ukončení významných etap vzdělávacího procesu mělo být jednotné v celostátním měřítku. Cesty k dosažení určitých výsledků v oblasti vzdělání nemusí být shodné, dosažená úroveň však nesmí vykazovat příliš velký rozptyl.

Není pochyb, že jednotnou úroveň středoškolského vzdělání by měl zaručovat stát. Pokus o smíření obou přístupů, tj. poskytnutí určité volnosti regionům a školám při koncipování cest k ukončení středoškolského vzdělání a zároveň dosažení přiměřeně jednotné úrovně vzdělání po absolvování střední školy, vedl k jistému rozštěpení organizačního pojetí maturitní zkoušky na její společnou a školní část. *Společná část* má mít podobu písemné zkoušky a poskytuje státu právo na kontrolu výsledků středoškolského vzdělání. Součástí této představy je požadavek, aby státní orgány tuto část zkoušky zadávaly a dozíraly na její hodnocení. Druhá, tzv. *školní část* maturity zůstane v pravomoci jednotlivých škol, které v ní budou moci zdůraznit zvláštnosti svého zaměření. Týká se to především odborných středních škol nebo učilišť a především maturitní zkoušky z odborných předmětů, které se na školách vyskytují mnohdy s velmi malou frekvencí. Je na první pohled nesmyslné, aby pro ně byla maturitní zkouška koncipována centrálně.

Co předcházelo systematickému úsilí o přípravu nového pojetí maturitní zkoušky z matematiky. Byla to především *Sonda Maturant* organizovaná více či méně dobrovolně na školách v letech 1997–1999. Pod patronací MŠMT připravovalo tuto formu testování matematických poznatků nově zřízené *Centrum pro hodnocení výsledků vzdělávání* spolu se soukromou agenturou *Scio*. Středoškolští studenti byli k účasti na testování motivováni možností ověřit si svoje znalosti v období těsně před maturitní zkouškou. Zajímavá byla také nabídka celostátního srovnání výsledků nejen na úrovni škol, ale i v rámci zpracování pořadí jednotlivých žáků.

Sonda byla dobrovolná a tvořil ji test obsahující úlohy s výběrem odpovědi (multichoice test). Tyto úlohy budeme v dalším nazývat *uzavřené úlohy*. Vyznačují se tím, že při jejich řešení žák

nevytváří odpověď. Ta je mu nabízena v několika (zpravidla 4–5) variantách. Žák označí odpověď, kterou považuje za správnou. Test Sondy Maturant byl koncipován jako řešení několika desítek jednoduchých úloh uvedeného typu. Předpokládaný čas pro řešení jedné úlohy byl v průměrném rozsahu 3–5 minut. Sonda Maturant se měla, podle předpokladů, postupně proměnit ve společnou část nové maturity z matematiky. Problémy vyvolaly výsledky sondy v roce 1999. Vysoká míra neúspěšnosti byla v tomto ročníku způsobena organizačními faktory. Neuváženě byly změněny podmínky zadávání testů a školy s nízkou hodinovou dotací pro vyučování matematice obdržely neúměrně náročné úlohy. Sdělovací prostředky tehdy zjistily, že problematika maturit je širší veřejností přijímána s obrovským zájmem. Rozsáhlá diskuse, bohužel, neposloužila příliš matematice, protože příčiny neúspěchu sondy byly hledány často také v údajně nadmíru náročném obsahovém pojetí předmětu matematika. Jako bezprostřední ohlas na „protimatematické“ nálady středoškoláků i části širší veřejnosti se objevily i první návrhy vzorových úloh pro novou maturitní zkoušku. Tyto návrhy však populisticky a neodůvodněně snižovaly náročnost maturitní zkoušky na úroveň základní školy a vyvolávaly tak kritické hlasy v odborných pedagogických i matematických kruzích.

MŠMT se po zkušenostech se Sondou Maturant rozhodlo přistoupit na přípravu nové maturity systematicky. Východiskem mělo být vytvoření předpokladů pro jednotný přístup k maturitní zkoušce z jednotlivých předmětů. Oficiálním dokumentem pro něj se staly *Katalogy cílových požadavků* ke společné části maturitní zkoušky. Začaly být zpracovávány postupně pro jednotlivé předměty ve druhé polovině roku 1999. Ministerstvo založilo pro přípravu nové maturity zvláštní organizaci nazvanou CERMAT (Centrum pro reformu maturity), která byla začleněna do organizační struktury *Ústavu pro informace ve vzdělávání*. Vzorem pro její založení se staly některé instituce specializované na testování výsledků vzdělávání, existující především v zemích západní Evropy. Není bez zajímavosti připomenout, že pro přípravu nové maturity měla u nás velký význam spolupráce s podobnou insti-

tucí v Nizozemsku. Klíčovou záležitostí pro zpracování zmíněného Katalogu pro matematiku se stalo sestavení kolektivu, který měl návrh připravit. V popředí stálo především úsilí o jednotný postup všech pracovišť, která se problematikou výuky středoškolské matematiky zabývají. Rovněž je třeba připomenout, že podstatnou roli hrálo úsilí o to, aby se při přípravě nové maturity z matematiky výrazně projevila role Jednoty českých matematiků a fyziků. Dosavadní průběh ukazuje, že se tento záměr podařilo splnit a v rámci přípravy Katalogu byl účelně využity odborné kapacity JČMF ve spolupráci s výzkumnými pracovišti MŠMT, vysokými školami a zástupci nejdůležitějšího člena pracovního kolektivu, to znamená středními školami. Do přípravy katalogu tak mohly zasahovat prostřednictvím svých zástupců všechny typy středních škol, vysokých škol (především v souvislosti s využitím výsledků maturit při přijímacím řízení), didaktici matematiky i představitelé matematiky jako vědecké disciplíny. Autorský kolektiv Katalogu měl sice z důvodů operativnosti jen 10 členů, jeho výsledky však posuzoval stejně strukturovaný a stejně početný sbor oponentů.

V autorském kolektivu byli zastoupeni (v abecedním pořádku): RNDr. P. Bartošková (VÚOŠ Praha), doc. RNDr. J. Černý, CSc. (Stavební fakulta ČVUT), RNDr. J. Dittrich (G Brno), RNDr. J. Houska, CSc. (VÚP Praha), RNDr. M. Hudcová (SOU Boskovice), Mgr. S. Krčková (VÚP Praha), RNDr. J. Kubát (G Pardubice), Mgr. F. Procházka (SPŠS Chrudim), RNDr. Václav Sýkora (PedF UK Praha), doc. RNDr. J. Šimša, CSc. (Př MU Brno). Členové kolektivu jsou vesměs odborníci známí učitelské i didaktické veřejnosti. Všichni se kromě své pedagogické profese dlouhodobě zabývají vyučováním matematice, ať už jako autoři učebnic či sbírek, organizátoři MO, funkcionáři JČMF, členové různých pracovních kolektivů zabývajících se problematikou vyučování matematice na jednotlivých stupních nebo typech škol.

Řada členů kolektivu se podílela jak na průběhu *Sondy Maturant*, tak na zpracování tzv. *Standardů matematického vzdělání* na jednotlivých typech středních škol. Tyto Standardy zpracoval pod hlavičkou JČMF kolektiv vedený doc. RNDr. E. Fuchsem, CSc.

Zkušenosti z přípravy standardů byly v práci na Katalogu využity a zaručovaly kontinuitu v přístupu k řešení základních otázek vyučování matematice u nás.

Popíšeme krátce hlavní problémy, s nimiž se autorský kolektiv Katalogu vyrovnával při zahájení své činnosti koncem roku 1999. Vedením Cermatu bylo především rozhodnuto, že Katalog nebude obsahovat jen výčet poznatků a dovedností ze středoškolského matematického kurikula, ale bude usilovat o jejich spojení s **cílovými kompetencemi**, které předmět matematika rozvíjí a jimiž žáka vybavuje pro život v dlouhodobém plánu. Víme, že lidé nezabývající se matematikou postupně zapomínají konkrétní matematické poznatky. Matematika by jim však měla poskytovat i obecnější dovednosti nebo schopnosti využitelné v jejich praktickém oboru činnosti. Mezi takové cílové kompetence patří například časoprostorová orientace, schopnost logicky argumentovat a dokazovat, samostatná tvorba algoritmů a matematizace nebo matematické modelování reálných situací. Matematika rozvíjí i žádoucí styly učení a formy komunikace nezbytné pro specifické situace v rámci profese i mimo ni.

Dále bylo zpočátku rozhodnuto, že společná maturita z matematiky bude písemná, a že bude mít charakter **testu s uzavřenými úlohami**. Pro všechny předměty bylo rovněž závazné členění maturitní písemné zkoušky do **dvou obtížnostních kategorií** V (vyšší) a Z (základní). Poslední pokyn zdůrazňoval úsilí o to, aby **vysoké školy postupně uznaly výsledky** této maturity jako objektivní informaci využitelnou pro přijímání uchazečů o studium na nich.

Velmi záhy po zahájení práce autorského kolektivu se proti maturitní písemné zkoušce koncipované výlučně jako **test s uzavřenými úlohami**, zvedla velká vlna odporu. Do boje proti uzavřeným položkám se významně zapojila i JČMF. Původní rozhodnutí bylo změněno a definitivní Katalog pro předmět matematika obsahuje již více než polovinu ukázkových úloh, které mají charakter otevřených úloh. Přispělo k tomu posunutí termínu zavedení nových maturit, protože původní termín (rok 2000) se ukázal jako nereálný.



Další důležitou otázkou je otázka **obligatornosti** maturitní zkoušky z matematiky. Původní požadavek školské správy se vyslovoval ve prospěch povinné maturity z matematiky, a to v paušálním pojetí. Veřejná diskuse, do níž také zasáhla JČMF, tento požadavek změnila. Hlavním důvodem je stanovisko psychologů, podle nichž je třeba respektovat individuální zvláštnosti žáků a studentů. Stejně tak je třeba se vyvarovat potenciálního vzniku strachu z maturitní zkoušky z matematiky.

V současné době je matematika zařazena ve struktuře maturitní zkoušky jako povinně volitelný maturitní předmět v kombinaci se společenskovědním základem. Společenskovědní základ představuje pro středoškoláky komplexní předmět, který zahrnuje široké spektrum humanitních disciplín (filosofie, historie, etika, právo atd.). Zdá se, že požadavky, které klade na přípravu ke zkoušce, spíše podpoří volbu matematiky jako maturitního předmětu. Nepovažujeme nicméně situaci za optimální řešení, a tak se zdá, že diskuse o obligatornosti maturitní zkoušky z matematiky bude pokračovat. Rozhodně by bylo potřebné přihlédnout více k charakteru střední školy a jejímu zaměření. Na všeobecně vzdělávacích školách by *povinná* maturita z matematiky představovala rovnovážný faktor ve vztahu k humanitní složce vzdělání. Na školách, na nichž je matematika zastoupena i v odborné složce vzdělání, by bylo rozumné dát žákům možnost *volby* jejího zastoupení při maturitní zkoušce.

Nejednoduchou záležitostí je i **obsahové pojetí** maturitní zkoušky. Časová dotace předmětu matematika na našich středních školách se totiž pohybuje v příliš širokém rozpětí. Součet týdeních hodin za čtyři roky studia leží v intervalu od 5 do 16 vyučovacích hodin. Při bližším prozkoumání osnov předmětu matematika různých typů středních škol neshledáme kupodivu ani zdaleka takovou obsahovou rozdílnost, která by odpovídala rozpětí časové dotace. Zdá se však, že vzhledem k této situaci bude účelné se dále zamýšlet nad mírou náročnosti základní úrovně. Na druhé straně však považujeme za účelné prověřit také názor spočívající v přesvědčení, že žák střední školy sám musí přijmout díl odpovědnosti za svou přípravu k maturitě. Jestliže chce maturovat

z matematiky, nemůže alibisticky tvrdit, že škola je povinna ho k této zkoušce beze zbytku připravit. Sám se musí na přípravě iniciativně podílet.

Nedůvěřivě byl zpočátku přijímán požadavek koncipovat novou maturitu z matematiky tak, aby ji **vysoké školy** považovaly za dostatečně průkaznou informaci o úrovni matematického vzdělání uchazečů o vysokoškolské studium. JČMF považovala přitom tuto otázku od samého počátku za prioritní, za otázku, jejíž nedůsledné řešení by zbavovalo smyslu celé úsilí o novou maturitu. Naše dosavadní poznatky svědčí o tom, že půjde o proces, nikoli o jednorázové rozhodnutí. Vysoké školy zauímají vstřícné stanovisko vůči navrhované změně, jsou však opatrné a z pochopitelných důvodů žádají nejprve průkazné výsledky. Celkově je totiž návaznost matematického vzdělávání mezi středními a vysokými školami ovlivněna řadou faktorů. Nepříznivě působí skutečnost, že vysoké školy, na nichž je matematika profílovou disciplínou, se již dlouhou dobu potýkají s nedostatkem kvalitních uchazečů. Rozporuplně působí například skutečnost, že zatímco bojujeme o prosazení tzv. *otevřených úloh* do písemných maturitních zkoušek, budou vysoké školy technického zaměření i v blízké budoucnosti vycházet při přijímacím řízení z testů obsahujících uzavřené položky. Nemají jinou možnost jak zvládnout vysoké počty uchazečů o studium. V každém případě je však potřebné udržovat navázané kontakty a usilovat o spolupráci s kompetentními pracovníky vysokých škol při dalším průběhu řešení nového pojetí maturity z matematiky. Ukazuje se, že na půdě JČMF je taková kooperace nejnáze realizovatelná.

Po celonárodní diskusi tedy vydalo MŠMT *Katalog cílových požadavků ke společné části maturitní zkoušky* dne 5. 10. 2000 jako oficiální dokument. V diskusi se mohl vyjádřit (i na internetu) každý občan republiky. Autorský kolektiv zpracoval několik stovek připomínek především od učitelských sborů škol i jednotlivých učitelů matematiky. Přestože značná část připomínek měla protichůdný charakter, lze říci, že příprava Katalogu měla navýsost demokratický charakter a jeho definitivní podoba usiluje o maximální možné sladění všech konstruktivních názorů na obsah a



cílové charakteristiky středoškolské matematiky v České republice. Je třeba připomenout, že širší veřejnost vnímala velmi citlivě všechny problémy, které s pojetím, obsahem a organizací maturitní zkoušky souvisely. Hromadné sdělovací prostředky našly ve změně pojetí maturity velice vděčné téma. K seriózní odborné diskusi měly ovšem často dosti daleko.

Současná představa o formě celostátně zadávaného testu v rámci společné části maturitní zkoušky je tedy taková, že bude obsahovat jak uzavřené, tak i otevřené úlohy v paritním časovém zastoupení. Předpokládáme-li, že písemná část společné části maturitní zkoušky z matematiky bude trvat 120 minut a na řešení jedné uzavřené úlohy bude žák potřebovat v průměru 4-5 minut, měla by tato část testu trvat 60 minut a obsahovat 15-20 uzavřených úloh. Bude-li žák na řešení jedné otevřené úlohy potřebovat v průměru 15-20 minut, měla by tato část testu trvat rovněž 60 minut a obsahovat 4-5 otevřených úloh. Součet průměrných délek řešení úloh je menší než celková doba testu.

Prozkoumáme podrobněji problematiku **uzavřených úloh**. Tyto úlohy většinou vycházejí z jednodušších problémových situací tvořících dílčí kroky řešení obsáhlejších komplexních úloh. Řešitel má k dispozici většinou 4-5 odpovědí, z nichž má označit jedinou správnou. Předem je také informován, že právě jedna z odpovědí je správná. Žáci většinou vidí výhodu uzavřených úloh v jejich jednoduchosti. Zkušenosti ukazují, že si poměrně záhy osvojí různé strategie a „finty“, které řešení tohoto typu úloh usnadňují. Zjistí například, že u některých úloh je účelné postupovat tak, že se nabízené odpovědi dosadí postupně do zadání úlohy a ke správné odpovědi se vlastně dospěje provedením zkoušky. Některé z nabízených odpovědí dokáží přitom předem (mnohdy na základě prostého optického posouzení) odmítnout jako evidentně nesprávné. Takový postup často koresponduje se záměrem autorů úloh. Žák, podle nich prokáže dostatečné matematické poznatky a dovednosti a dostatečně rozvinutou řešitelskou intuici, jestliže pohotově a správně eliminuje předložená chybná řešení. Pokud by šlo přitom například jenom o triviální dosazení nabídnutých číselných výsledků do jednoduché formule, může se mu autor úlohy vyhnout

tím, že místo konkrétních čísel uvede v nabízených odpovědích intervaly obsahující správný výsledek. Teorie tvorby uzavřených úloh je v současné době již velmi podrobně propracována. Opírá se přitom především o zkušenosti s testováním ve Spojených státech amerických, v nichž po dlouhá desetiletí představoval tento způsob testování praktický jediný způsob hodnocení výsledků vzdělávání.

Zastánci testů s uzavřenými úlohami tvrdí, že řešení většího počtu jednodušších úloh pokrývajících svým zaměřením probrané učivo v širší míře, je pro hodnocení osvojených poznatků a dovedností stejně efektivní jako řešení malého počtu otevřených úloh komplexního charakteru. Prosazovány jsou i názory, že rutinní hodnocení velkého počtu tradičních otevřených úloh (na jaké jsme zvyklí u dosavadních maturit) se tak jako tak rozpadá na nevelký počet dílčích hodnotících rozhodnutí, jež mají charakter hodnocení uzavřené úlohy.

K nevýhodám testů s uzavřenými úlohami patří také často uváděný argument, že žák může náhodně vybrat správné odpovědi a stát se v testu úspěšný stejně tak náhodně. Podrobně se touto otázkou zabývala řada tvůrců testů (EXAM na Slovensku, Scio u nás), kteří dokazují, že náhodnost volby neovlivní významně celkový výsledek testu v rámci většího množství řešitelů. Nevyklučuje to ovlivnění úspěšnosti u jednotlivců, celkově však tento jev není významný. Další námitkou proti uzavřeným úlohám je vžitá představa, že hodnotící soud o úrovni osvojení matematických poznatků a dovedností je možný jenom na základě rozboru myšlenkového procesu, který můžeme vysledovat ze žákova postupu řešení úlohy. Námitkou je také to, že nepodstatná (numerická) chyba v řešení úlohy ovlivní zásadně řešení uzavřené úlohy, při hodnocení otevřené úlohy je možno ji tolerovat. Poslední námitkou, kterou uvádíme, je názor, že řešení testů s uzavřenými úlohami je prostředím, které poskytuje mnohem větší příležitost k opisování. Je to ovšem námitka, která souvisí spíše s organizačním zajištěním průběhu zkoušky.

Považujeme za rozumné konstatovat, že popsaná problematika je otevřená, intenzívně diskutovaná, zatím s nejednotnými názorovými postoji. Nikdo nemůže popřít výhodu rychlého a operativ-

ního počítačového vyhodnocení testů s uzavřenými odpověďmi, stejně tak jako nikdo nemůže popřít tvrzení, že posouzení rozvoje matematického myšlení vyžaduje podrobnou analýzu postupu řešení, nikoli jenom výsledku.

Druhou část současného návrhu písemného testu při společné části maturitní zkoušky z matematiky tvoří soubor již výše citovaných **otevřených úloh**. Uvedli jsme již, že v představě autorů nového pojetí maturity z matematiky to jsou známé úlohy tradičně řešené při písemných maturitních i jiných zkouškách. K hodnocení předkládá žák postup řešení úlohy i s komentářem a předmětem hodnocení není jen výsledek řešení úlohy, ale každý jednotlivý krok řešení. Řekli jsme také už, že tyto úlohy poskytují možnost hodnotící identifikace mnohem komplexnějšího souboru poznatků a vědomostí, a že poskytují možnost prioritního zvýhodnění žákova myšlenkového procesu před rutinními a více méně zmechanizovanými výkony. Hodnotitele například zcela určitě zajímá, zda žák dovede vytvořit algoritmus řešení úlohy a ne jen reprodukovat jeho užití. Námitkou proti otevřeným úlohám bývá tvrzení, že většinou jde o úlohy zaměřené monotématicky, a že není snadné vytvořit úlohy, které pokrývají více témat středoškolské matematiky. Tento problém lze celkem úspěšně řešit formulací celého souboru otázek vztahujících se k dané problémové situaci. Z pojetí maturitních úloh ve Francii známe příklady celých posloupností úloh zabývajících se výchozí situací z nejrůznějších zorných úhlů a s využitím různorodých matematických nástrojů.

Největším problémem otevřených úloh je zajištění jejich objektivního a vzájemně kompatibilního hodnocení v rámci celé populace. K tomu bude zapotřebí proškolit rozsáhlý tým kvalifikovaných hodnotitelů. I když budou vycházet ze vzorových řešení, lze předpokládat, že se v konkrétních úlohách projeví jejich individuální rozdílné přístupy. Vyplývá to například z dosavadních zkušeností obou testovacích institucí, které jsem výše uvedli. Sestavení sboru hodnotitelů bude jistě náročné i po stránce ekonomické. Na druhé straně by podobná akce pomohla kvalitativně diferencovat učitelský sbor tak, jak to stejně plánují koncepce připravovaného celoživotního vzdělávání učitelů.

Popsaná problematika shrnuje jenom přehledně diskutované otázky. Diskuse se účastní nejen učitelé matematiky na SŠ a didaktici matematiky, ale v široké míře i odborníci zabývající se matematikou jako vědeckou disciplínou. To je také jeden z důvodů, proč za optimální fórum pro tuto diskusi považujeme Jednotu českých matematiků a fyziků. Zkušenosti z předcházejících let také ukazují, že i široká veřejnost považuje za svoje právo vstupovat do přípravy nové maturity. Diskuse tedy není v žádném případě uzavřená a považujeme za prospěšné, že v ní promlouvá tolik různých hlasů.

## Literatura

- [1] *Katalog požadavků ke společné části maturitní zkoušky v roce 2004 MATEMATIKA*, vydalo MŠMT, schválilo Centrum pro reformu maturitní zkoušky, schválilo MŠMT dne 5. 10. 2000 pod č.j. 28636/2000-2,
- [2] Sýkora, V., Zhouf, J., Černý, J. a kol., *MATEMATIKA – Sbírka úloh pro společnou část maturitní zkoušky — vyšší obtížnost*, Tauris, Praha, 2001, ISBM 80-211-0397-3
- [3] Sýkora, V., Zhouf, J., Černý, J. a kol., *MATEMATIKA — Sbírka úloh pro společnou část maturitní zkoušky — základní obtížnost*, Tauris, Praha, 2001, ISBM 80-211-0400-7.

*RNDr. Václav Sýkora, CSc.*

*Katedra matematiky a didaktiky matematiky UK Praha*

*M. D. Rettigové 5, 116 39 Praha 1*

*e-mail: Vaclav.Sykora@pedf.cuni.cz*

*RNDr. Jaroslav Zhouf, Ph.D.*

*Katedra matematiky a didaktiky matematiky UK Praha*

*M. D. Rettigové 5, 116 39 Praha 1*

*e-mail: jaroslav.zhouf@pedf.cuni.cz*