

# Posudek na závěrečnou zprávu o řešení výzkumného záměru „Globální analýza“ za léta 1999-2004 řešitelského kolektivu z Matematického ústavu Slezské univerzity v Opavě.

Číslo projektu: MSM 192400002

Řešitel: Prof. RNDr. Jaroslav Smítal, DrSc., Matematický ústav SU v Opavě.

## Hodnocení výzkumného záměru za celé období 1999-2004.

Úvodem bych chtěl připomenout, že jsem byl *jedním z oponentů*, kteří posuzovali plánovaný výzkumný záměr za léta 1999-2000. Celý vývoj ohledně výzkumného záměru jsem měl též možnost systematicky sledovat jako dlouholetý *člen vědecké rady* MÚ SU v Opavě. Zde je třeba připomenout, že původním navrhovatelem výzkumného záměru byl Prof. RNDr. D. Krupka, DrSc. O dalším **administrativním a personálním** vývoji (který je popsán v závěrečné zprávě) a různých posunech, ke kterým v průběhu řešení došlo, se zmíním později.

Pokud jde o **cíle řešení** VZ, byly koncipovány ve velmi širokém spektru problémů a navržené studium v tomto směru mělo současně syntetický charakter. Témata lze proto jen velmi zhruba roztrdit do jednotlivých disciplín. O takové roztrídění se zde pokusím.

Globální analýza je ve světě velmi intenzivně studována a to nejmodernějšími prostředky více matematických disciplín (algebra; množinová, diferenciální a algebraická topologie, diferenciální geometrie, klasický variační počet, klasická a moderní analýza). Motivace i aplikační možnosti leží v oboru matematické fyziky resp. technických disciplín. Tento fakt se příznivě odráží v existenci „kontrolního mechanismu“, který směřuje výzkum do skutečně perspektivních oblastí a zabraňuje vytváření libovolných abstraktních konstrukcí (jak se v matematickém výzkumu občas děje). Počátky této disciplíny sahají do přelomu 19. a 20. století, k výraznému kvalitativnímu pokroku však došlo zhruba od 60. let dvacátého století.

Disciplíně se věnují přední odborníci z USA, ze všech států západní Evropy, také však z Polska, Maďarska a v neposlední řadě z Ruska (kde ovšem došlo v posledním desetiletí k výrazné emigraci na Západ).

Jedním z prioritních směrů byl **globální variační počet vyššího řádu a jeho aplikace v teorii pole**, který byl studován především Prof. RNDr. D. Krupkou, DrSc. a Prof. RNDr. Olgou Krupkovou, DrSc. Zásadní roli v tomto zkoumání hraje problém **regularity**. Další směrem, jenž je rovněž motivován matematickou fyzikou, je studium **teorie difiet** (částečně ve spolupráci s významným ruským matematikem A.M. Vinogradovem). Teorie difiet je zhruba řečeno formalizovaná teorie soustav diferenciálních rovnic na varietách. V této teorii se značně uplatňuje čistě matematická disciplína – algebraická topologie, která je nutná pro odvození globálních výsledků. Dalšími tématy byly Bäcklundovy transformace, Hamiltonova- Jacobiho rovnice v teorii pole, Poissonovy struktury, zákony zachování v teorii pole a v obecné teorii relativity, teorie diferenciálních invariantů a jejich aplikace, přirozené fibrované prostory.

Pokud jde o globální variační počet, patřil na pracovišti *původního* řešitele (z největší části to byla, ještě před založením SU v Opavě, Masarykova univerzita v Brně) již déle

než 20 let ke zcela prioritním směrům (mám ovšem na mysli personální kontinuitu, nikoliv kontinuitu administrativní). Navazuje na jeden ze známých 23 Hilbertových problémů. Současná moderní etapa této discipliny je založena na teorii diferencovatelných variet a fibrovaných prostorů. Jedním z neúčinnějších nástrojů je pojem tzv. Lepageovy formy. V celosvětovém měřítku jsou studovány kritické body a extrémní variačních funkcionalů, jejich vlastnosti symetrie, souvislost topologických vlastností variet a fibrovaných prostorů s globální existencí příslušných objektů variační analýzy. Kromě obecného studia jsou též zkoumány konkrétní variační funkcionaly důležité v geometrii a ve fyzice. K nejznámějším konkrétním případům patří teorie harmonických zobrazení a minimálních ploch. Jejich studium v celosvětovém měřítku je stále velmi intenzivní.

Geometrická teorie diferenciálních rovnic vychází z díla E.Cartana ze 20. let minulého století a prošla velmi intenzivním vývojem, zejména směrem k vysoké abstrakci. To je nutná daň za to, že zkoumání je zcela nezávislé na jakýchkoliv souřadnicích, což dává možnost skutečně globálního přístupu. Na rozvoji teorie se podílí velká řada zahraničních vědců oslnivých jmen. I na tomto směru se podíleli členové týmu prof. Krupky. Teorie přirozených fibrovaných prostorů byla v ČR studována i týmem matematiků z Masarykovy univerzity, z nichž je na prvním místě třeba jmenovat I.Koláře a J.Slováka, kteří patří v tomto směru ke světové špičce. Specifické pro skupinu kolem prof. Krupky bylo zaměření studia těchto otázek více směrem k fyzikálním aplikacím.

Pokud jde o geometrické metody v mechanice a teorie pole, jde samozřejmě o velmi široký obor. Opavský tým se soustřeďuje především na aspekty související s variační analýzou.

Jiná skupina (pod vedením Prof. RNDr. J.Smítala, DrSc.) měla studovat otázky **dynamických systémů a chaosu**. Hlavními tématy byly: dynamické systémy v konečné dimenzi, ergodická teorie, studium podivných atraktorů a chaosu, aplikace dynamických systémů. Uvedená tematika se zrodila z teorie obyčejných diferenciálních rovnic a jejich soustav a velmi blízká charakteristika je „kvalitativní teorie obyčejných diferenciálních rovnic“. Opět je zde hlavním znakem globální přístup. Je však nepochybné, že dynamické systémy jsou jedním z „nejmódnějších“ směrů současné matematiky a že vedoucí příslušného týmu, prof.J.Smítal, v něm patřil a stále patří ke světové špičce.

Předpokládaná prezentace výsledků měla být formou publikací v mezinárodních časopisech a sbornících, přednáškových pobytů a přednáškami na konferencích, a dále organizováním workshopů a především mezinárodní konference „Differential Geometry and its Applications“ plánovaná na rok 2001.

Tyto cíle byly ve vynikající kvalitě splněny. Především je třeba vyzvednout vynikající úroveň mezinárodní konference DGA v roce 2001, jíž se zúčastnilo zhruba 160 matematiků z více než 15 zemí. Přitom téměř polovina všech účastníků byli odborníci nějakým způsobem spojení právě s tematikou výzkumného záměru na opavské univerzitě! Další výsledky zhodnotím níže.

Než pokročíme dále, je třeba připomenout dosti složitý vývoj, který kolem výzkumného záměru nastal během jeho řešení. Především (jak se píše v závěrečné zprávě) původně schválený výzkumný záměr s názvem „Globální analýza“ vedený prof. D. Krupkou byl již k 1.1.2000 sloučen s výzkumným záměrem **MSM 192400001 – Dynamické systémy**, jehož řešitelem byl Prof. RNDr. J.Smítal, DrSc. Ke sloučení došlo na základě

vzájemné dohody obou řešitelů, na základě rozhodnutí rektora a se souhlasem příslušných orgánů. Pro sloučený výzkumný záměr byl ponechán název „Globální analýza“ a řešitelem sloučeného výzkumného záměru se stal profesor D. Krupka. V roce 2002 však prof. Krupka z osobních důvodů rozvázal pracovní poměr na SU v Opavě a přešel nejprve na MU v Brně a později na UP v Olomouci. Postupně začali pracoviště opouštět i někteří z blízkých spolupracovníků prof. Krupky, včetně jeho manželky, docentky (nyní již profesorky) O. Krupkové, DrSc. Za této situace byl k 11.3.2002 jmenován řešitelem výzkumného záměru profesor J. Smítal. Protože jsem nebyl oponentem VZ „Dynamické systémy“ při jeho schvalování, nemohu v této části porovnat původní plán s jeho realizací a mohu se pouze omezit na hodnocení úrovně výstupů. Již zde však mohu konstatovat, že přes všechny uvedené komplikace nebyl nijak narušen vlastní vědecký výzkum na tomto záměru a jeho výsledky by patrně byly zcela srovnatelné i v situaci, že by ke zmíněným personálním změnám na MU SU v Opavě nedošlo.

Ve svém posudku z jara 2001 jsem uvedl mimo jiné:

*Dosavadní výsledky výzkumných týmů řešitele prof. Krupky i spoluřešitele prof. Smítala jsou na vysoké mezinárodní úrovni. Uvedu některé z nich: Vědecké články prof. Krupky v impaktovaných časopisech jako je J.Math.Anal.Appl. resp. Internat. J. Theor. Phys., jeho spolupráce na přípravě sborníků z mezinárodních konferencí „Differential Geometry and its Applications“ a na organizaci těchto konferencí, založení a dlouholeté vedení stejnojmenného prestižního mezinárodního časopisu DGA s mnohonárodní redakční radou zařazeného do seznamu „impaktovaných“ časopisů, jeho široké kontakty s předními světovými matematiky a vědeckými školami, další organizační aktivity D.Krupky včetně vedení mladých pracovníků a koordinace aktivit již samostatně pracujících matematiků, bohaté zkušenosti se získáváním a vedením různých grantů aj.*

*Prof. Krupka je nebo byl členem (resp. editorem) redakčních rad pěti domácích i mezinárodních časopisů.*

*Mezi další úspěchy patří monografie O.Krupkové o variační analýze, která vyšla jako samostatný svazek v edici Lecture Notes in Mathematics (nakladatelství Springer),*

*Publikační činnost prof. Smítala je na špičkové světové úrovni - více jeho článků vyšlo v časopisech jako Proc. Amer. Math. Soc., Trans. Amer. Math. Soc., J. Math. Anal. Appl., Ergodic Theory & Dynam. Systems. Prof. Smítal je členem Učené společnosti ČR a je v trvalém kontaktu s řadou předních světových matematiků. J.Smítal publikuje většinu své vědecké produkce se spoluautory ze Západu.*

*K dalším pracovníkům s pravidelnou a významnou publikační činností (a samostatným zaměřením) v rámci projektu patří kromě O. Krupkové také T. Kopf, L. Klapka, M.Marvan, J. Musilová, K. Smítalová a A. Vondra. Z mladých pracovníků (do 27 let) se jeví jako velmi perspektivní M. Babilonová a A. Sergyeyev (původem z Ukrajiny). Imponující je účast téměř 20 doktorandů vedených členy řešitelského týmu, z nichž 7 již mělo k datu podání přihlášky vlastní publikace. Mladá spolupracovnice M. Babilonová z týmu J. Smítala získala v r.2000 cenu ministra školství mládeže a tělovýchovy.*

*Výzkumné týmy vedené prof. Krupkou a prof. Smítalem oficiálně spolupracují s těmito pracovišti v zahraničí: Univerzita v Debrecenu, univerzita v Kyjevě a univerzita v Salamance. Kromě toho (a možná ještě podstatnější) je zde neformální spolupráce s 25 předními odborníky z Francie, Itálie, Polska, Rumunska, Ruska, Slovenska,*

Španělska, Ukrajiny, ale především z USA. K tomu je třeba přičíst ještě řadu předních vědců, kteří jsou členy redakční rady časopisu DGA. Za „institucionální“ lze pokládat pravidelné semináře pořádané prof. Krupkou na Slovensku. Domácí spolupráce se soustřeďuje na organizování velkých mezinárodních konferencí „Differential Geometry and its Applications“ (každé tři roky), ve kterých jsou zapojeni odborníci z Karlovy univerzity, Masarykovy univerzity a Palackého univerzity. V roce 2001 se bude konat již osmá konference a to v Opavě. Přešlá konference konaná v Brně byla konána jako satelitní konference při Mezinárodním kongresu matematiků v Berlíně (ICM 1998). Existuje řada společných publikací pracovníků z Opavy s jinými českými matematiky. Pokud jde o pravidelnou účast na výzkumných projektech, je ve zprávě uvedena účast na celkem 16 grantech. Jde většinou o granty GA ČR, ale též granty FRVŠ a výzkumné směry.

Největším projektem řešeným kolektivně na tomto pracovišti je projekt VS 96003, který probíhal po dobu 2 let. Naprostá většina výsledků grantů byla každoročně hodnocena známkou „vynikající“.

Tyto závěry zůstávají v platnosti i pro hodnocení závěrečné zprávy. Je samozřejmě třeba tyto závěry nyní aktualizovat. Dovolím si jen jednu malou, ale relevantní odbočku.

Se zpětnou platností se jeví, jak plodnou práci vykonal prof. D. Krupka jako zakladatel (a do roku 2001 vedoucí redaktor) mezinárodního časopisu „Differential Geometry and its Applications“. V roce 2002 byl tento časopis vyhodnocen agenturou ISI v žebříčku podle impaktního faktoru na 32. místě mezi světovými časopisy v oboru *čisté matematiky* a daleko předstihl všechny zahraniční vědecké časopisy s podobnou specializací. To svědčí **též** o celkové vysoké úrovni **oboru** výzkumného záměru na SU v Opavě, protože v historii celé české (resp. československé) matematiky šlo o úspěch naprosto ojedinělý.

Nyní konečně k závěrečnému hodnocení.

Ve výchově mladých vědeckých pracovníků dosáhl velkého úspěchu prof. J. Smítal – šlo o další studenty a doktorandy zapojené do projektu, jmenovitě to byli P. Šindelářová, M. Lampart a M. Čiklová, kteří byli velmi úspěšní v celostátních soutěžích SVOČ a první z nich si již získala velký mezinárodní ohlas. M. Babilonová-Štefánková mezitím dosáhla habilitace.

Mezi řešiteli v geometrické části se kromě prof. Krupky a prof. Krupkové (nyní již na UP v Olomouci) nejvýrazněji uplatnili M. Marvan a A. Sergyeyev, kteří stále zůstávají členy MÚ SU v Opavě a jsou nesporně nadále perspektivní. Studentky A. Haková a R. Otáhalová získaly vysoké ocenění v soutěži SVOČ. Během práce na výzkumném záměru se habilitovali M. Marvan, L. Klapka a T. Kopf.

V seznamu publikací je uvedeno celkem 40 položek v „impaktovaných“ časopisech, které jsou vcelku rovnoměrně rozloženy mezi skupinu kolem prof. D. Krupky a prof. J. Smítala. (Zde je třeba v zájmu objektivity uvést, že podle neoficiálních ale již publikovaných mezinárodních průzkumů nelze mechanicky porovnávat impaktní faktory časopisů *matematických* a časopisů (více méně) *fyzikálních*. Správný doporučený postup je, při porovnání IF časopisu matematického a fyzikálního, vynásobit nejprve aktuální IF matematického časopisu třemi. Tím se dostane mnohem objektivnější měřítko pro porovnání kvality příslušných časopisů.)

Články publikované v „neimpaktovaných“ recenzovaných časopisech a ve sbornících mezinárodních konferencí čítají 44 dalších položek. K tomu je ještě třeba připočíst

články napsané v roce 2004, které ještě samozřejmě nemohly vyjít a jsou pouze zaslány nebo připraveny do tisku. Tyto články existují ve formě preprintů MÚ SU a pojednáváná témata jsou imponující. Je uvedeno 13 takových preprintů a to opět z obou oborových skupin.

Podle sdělení řešitele jde přitom stále ještě o *výběr* z publikací.

Další prezentace byly uskutečněny přednáškovou činností v zahraničí. Řešitelé uvádějí velmi vysoká čísla. Ve skupině Prof. Smítala šlo o (většinou aktivní) účast na 40 mezinárodních konferencích v zahraničí, přibližně týž počet na domácích akcích a 37 pracovních nebo přednáškových pobytů na zahraničních pracovištích. Ve skupině prof. Krupky byly výsledky prezentovány na 40 mezinárodních konferencích a na zhruba stejném počtu pracovních pobytů v zahraničí. To jsou skutečně vysoká čísla.

Ve zprávě je velmi podrobně zpracována část „cíle řešení výzkumného záměru v letech 1999-2004“ a lze zodpovědně říci, že **výsledky řešení a hospodaření s finančními prostředky uvedené v dalších částech zprávy jsou v naprostém souladu s původními záměry**. Základní řešitelský kolektiv byl obměňován jen minimálně (i přes „fyzické“ přesuny některých i klíčových pracovníků na jiné univerzity!), byla úspěšně zapojena do práce řada doktorandů a někteří z nich se pak staly členy základního řešitelského kolektivu. **Byl plněn základní cíl využívání finančních prostředků**, tj. převedení dosti velké části pracovní kapacity týmu na výzkumný záměr a tím čerpání poměrně vysoké částky na platy a odměny, vytvoření nejméně jednoho nového pracovního místa (V.Yamaguzhin), nákupy softwaru, časopisecké a knižní literatury a podporou zahraničních cest členů týmu, především jejich účasti na konferencích a také přijímání zahraničních hostů. Výdaje z prostředků výzkumného záměru, zejména na cestovné a platy, byly vhodně kombinovány s prostředky čerpanými z různých grantů GA ČR, z prostředků na tzv. výzkumné směry a z dalších dotací, do kterých byly pracovníci a doktorandi zapojeni. V každém případě byly **finanční prostředky z VZ vynakládány úsporně a účelně**.

Pokud jde o celkový počet publikací a kvalitu příslušných časopisů stejně jako o vysokou aktivitu prezentací na konferencích a jinde v zahraničí, jde u poměrně malého pracoviště o imponující údaje. Rovněž ve výchově studentů, nových vědeckých pracovníků a ve zvyšování kvalifikace členů obou řešitelských týmů lze konstatovat vysokou úspěšnost.

**Závěrem konstatuji, že převážná většina výsledků je na velmi dobré mezinárodní úrovni a mnohé z nich na špičkové světové úrovni. Spojený řešitelský tým patří mezi špičková centra výzkumu v oboru čisté i aplikované matematiky a matematické fyziky v České republice.**

**Závěrem navrhuji hodnotit celkový průběh řešení výzkumného záměru MSM 192400001 jako vynikající.**

*V Praze 14. února 2005.*

*Prof. RNDr. Oldřich Kowalski, DrSc., hodnotitel.*