

# **Oponentní posudek disertační práce Ing. Ladislava Svobody na téma „Studium mechanických a tepelně-mechanických vlastností epoxidových nanokompozitů na bázi funkcionalizovaných mikrogelů esterů kyseliny methakrylové**

Předložená disertační práce je zaměřena na stále aktuální problematiku v oblasti termosetických polymerních materiálů. V tomto případě se jedná vhodnou modifikaci epoxidových pryskyřic prostřednictvím methakrylových kopolymerů, které byly připravovány emulzní polymerací. Zvolené téma je aktuální nejen z pohledu zdokonalování vlastností hojně vyráběných pryskyřic, ale i z hlediska zdokonalování metod pro analýzu těchto hybridních systémů.

Struktura práce odpovídá standardnímu pojetí disertačních prací. V úvodní teoretické části jsou popisovány jednotlivé typy a druhy kompozitních plniv a modifikátorů. Částečně zavádějícím způsobem jsou hned v počátku této kapitoly zmiňovány uhlíkové nanotrubky a podobná nanokompozitní plniva. Čtenář je později překvapen, že se tento typ „high tech“ materiálů v práci vůbec neužíval.

Další část je věnována možným způsobům studia struktury a vlastností kompozitních materiálů spolu s popisem provedení emulzních polymerací. Je velkou škodou, že nebyla podrobněji popsána příprava core-shell částic, které byly v dalších experimentech užívány. Současná literatura nabízí nepřehledné množství informací o typech a možnostech přípravy těchto dvouvrstvých sférických částic.

Experimentální část shrnuje používané chemikálie a užití techniky pro charakterizaci studovaných materiálů.

Kapitola diskutující shromážděné výsledky názorně popisuje vztah mezi studovanými vlastnostmi a složením připravených materiálů.

V závěru jsou shrnuty nejdůležitější závěry, které bylo možno učinit na základě získaných dat.

Svým rozsahem a množstvím experimentů práce uspokojuje požadavky, které jsou kladeny na tento typ publikací. Výsledky byly dostatečně publikovány v odborných časopisech a prezentovány na expertních konferencích. Výše uvedené potvrzuje aktuálnost zvolené problematiky.

stránce byly některé připomínky již zmíněny. Poznámky  
nejjasnosti budou během obhajoby vyjasněny: Věřím

1. V „Souhrnu“ by mělo být ve slově diskuse „S“ ne „Z“. V práci je to t  
opakovaně. V „Klíčových slovech“ je překlep ve slově funkcionalizované  
2. V „Summary“ je na čtvrtém řádku uvedeno The second capture brings  
myslelo The second chapter brings a broad insight into the...Začátek  
odstavce As the title of this thesis evokes,... Není srozumitelný. Slovo evok  
v angličtině úplně stejného významu jako v češtině.
3. Na straně 11 se píše v druhém odstavci ....používají výztuže ve tvaru tkanin,...  
tkaninový tvar neznám. Asi zde mělo být ve formě tkanin.
4. U přejatých obrázků od strany 12 chybí odkazy odkud se vzaly. Pochybuji, že vše  
byly tvořeny na PC.
5. Na straně 34 jsou ve třetím řádku druhého odstavce otočená slova. Mělo být „mn  
autorů se pak zabývalo....“
6. Na straně 35 je ve druhém odstavci zmiňován odkaz [10] věnující se nanomateriálům  
na bázi siliky. Chci se zeptat, proč byl vybrán právě tento odkaz? Tímto tématem se  
zabývají stovky článků ročně. Čím je tento z roku 2008 zajímavý?  
Na konci odstavce na straně 35 se uvádí, že (podle odkazu [73]) se optimální přídavek  
částic do polymeru pohybuje do 14%. Kolik tedy to optimum vlastně je, 2% nebo  
0%.
- a straně 40 je popisováno na čem je závislá účinnost emulgátorů při emulzních  
polymeracích. Byl podle těchto kritérií vybrán emulgátor Disponil FES 993 IS pro  
erimenty?  
má každý odstavec na straně 42 jinou velikost písma a možná i jiný typ ???  
ejné straně se píše, že semikontinuální provedení emulzních polymerací nalézá  
asné době největší uplatnění. Dalo by se toto široké uplatnění nějak zdůvodnit?  
cifrikacích surovin jsou uváděny viskozity. Zejména specifikace na straně 46  
Epoxy 520 je naprosto odpudivá. Pokud má materiál viskozitu v hodnotách  
síc mPa.s, je vhodné zaokrouhlovat výsledek na celé tisíce. Uvádět hodnotu  
na 2 desetinná místa je opravdu kuriózní a většinou svědčí o malých  
zkušnostech. Chci se zeptat, odkud se tato hyperkorektní hodnota vzala?  
na straně 50 pojem „prostředí“ uváděný pro hydroxid draselný v tab.17?



13. Na straně 50 je popisována syntéza mikrogelových částic s core-shell strukturou. Pro lepší porozumění by bývalo bylo vhodné na tomto místě uvést jak a proč se měnilo složení násady monomerů. Stejně tak by bývalo bylo přínosné, kdyby se hmotnostní zastoupení v tabulce 19 uvádělo v % a ne v gramech.
14. Na straně 54 je v prvním odstavci uvedena zdánlivá viskozita podle Brookfielda. Je smutné, že takováto specifikace dorazí až do disertační práce. Zdánlivá viskozita je fyzikální veličina. Žádný pan Brookfield ani firma Brookfield si žádné veličiny nepřivlastnil. Je tedy nutno uvádět, že zdánlivá viskozita byla stanovena pomocí přístroje Brookfield.
15. Na stejné straně 54 se uvádí, že velikost částic byla měřena maximálně do 14 dnů od přípravy. Co vedlo k tomuto časovému limitu?
16. Na straně 55 se píše, že stanovení velikosti částic bylo prováděno společností Synpo a.s.. Nebylo spíše myšleno, že měření se prováděla ve společnosti Synpo? Kdo tedy měření prováděl Synpo nebo pisatel.
17. Podobnou poznámku mám ke kapitole 3.3.5 Gelová permeční chromatografie. Navíc mě velmi mrzí, že jsem nenalezl prezentaci takto získaných výsledků. V přílohách žádné chromatogramy též nejsou.
18. Na straně 59 se asi myslelo, že Xerogely byly vkládány, vnášeny, zapracovány, či podobně..... Zavádí se většinou výroba, změny nebo cokoliv jiného, těžko však xerogely.
19. Na straně 65 se v prvním odstavci mělo na mysli, že na zkoušeném nátěru se pohybovalo lehce skleněnou tyčkou v obrácených směrech. Nebo opravdu sem a tam?
20. Na straně 69 je uvedeno, že obsah sušiny připravených disperzí byl zhruba 42 hm.%. Co znamená slovo „zhruba“? Je to nějaké nové vymezení nejistoty měření. Strana 69 je velmi neobratně graficky zpracována. Dnešní textové editory nepochybně umožňují lepší vzhled.
21. V tabulce 24 na straně 70 jsou uvedeny velikosti částic. V textu pak diskutována unimodální a multimodální analýza. Jaké jsou tedy hodnoty v tabulce UNI nebo Multi?
22. Na straně 71 se píše, že u systémů s vyšším obsahem glycidyl-methakrylátu docházelo ke koagulaci disperze již při syntéze. Jednalo se opravdu o koagulaci nebo o nechtěnou síťující reakci?

23. Na straně 72 se zmiňuje rozměrová analýza provedená na snímcích z elektronového mikroskopu. Jak se tato analýza provádí? Existuje nějaké vyhodnocení kromě jednoho průměrného čísla?
24. Na straně 73 se popisují podmínky sušení nad teplotou skelného přechodu kopolymerů. Odkud jsou  $T_g$  těchto kopolymerů známy? Jsou někde uvedeny?
25. Na straně 75 se popisují obtíže při dispergaci z důvodu exotermní reakce EP a tvrdidla. Byla pokusně nejdříve provedena dispergace a potom přimícháváno tvrdidlo?
26. Na straně 79 ve třetí větě pisatel píše, že z tabulky lze vyčíst, že....Vhodnější by bylo uvádět spisovnější obraty, např. lze vyvodit, usuzovat atd..
27. Spojování jednotlivých bodů v grafech na straně 81 je nevhodné a nepřehledné.
28. Hodnoty rázové houževnatosti uvedené na straně 91 pro vzorek GMA 5 jsou pozoruhodné. Bylo možno tento výsledek zreprodukovat?
29. Na straně 96 se píše, že při 5% obsahu akrylátových aditiv se rozdíly mezi kopolymery pohybují spíše ve rámci chyby měření. Co znamená slovo „spíše“. Jak si mám vysvětlit, že pro vzorek GMA3 je hodnota o 7,5% vyšší než standard? Jaká byla doopravdy chyba měření?
30. Na straně 96 se píše, že tělíška z CHS E 520 byla ve skelné oblasti. Jak se to ověřilo?
31. Na straně 98 se na druhém řádku píše, že jednotlivé lomy byly změřeny při různých zvětšeních. Asi byly zobrazeny při různých zvětšeních. Doufám, že zvětšení neměnilo jejich reálnou velikost.
32. Na straně 100 se na konci prvního odstavce píše, že hraniční koncentrace GMA byla stanovena na 15% a navíc byl tento systém připraven při vyšším zředění. Co je myšleno slovy a navíc.... To byla jeho vlastnost dobrá či špatná?
33. Opět se chci zeptat jak se stanovovala chyba měření pro argument na straně 102, kde se píše, že všechny systémy mají  $T_g$  v těsném okolí této teploty a pohybují se v rámci chyby měření. Jak velká ta chyba vlastně je?

Přes všechny uvedené připomínky doporučuji přijmout tuto práci k obhajobě.

V Pardubicích 22.11.2010



## Oponentní posudek na disertační práci

Ing. L. Svobody : Studium mechanických a tepelně mechanických vlastností epoxidových nanokompozitů na bázi funkcionalizovaných mikrogelů esterů kyseliny methakrylové

Práce se zabývá přípravou a charakterizací nanokompozitů na bázi dvou typů epoxidových matric modifikovaných mikrogelovými částicemi methakrylátových kopolymerů. Mikročástice, inertní nebo funkcionalizované, byly aplikovány jako vodné disperze do epoxidové pryskyřice CHS Epoxy 200 V55 za účelem přípravy nátěrové hmoty zlepšených vlastností nebo ve formě xerogelů do systému s epoxidovou pryskyřicí CHS Epoxy 520. Epoxidové systémy byly síťovány aminovými tvrdidly, telalitem 180 nebo diethylenetriaminem.

V teoretické části se autor věnuje charakterizaci kompozitních a nanokompozitních materiálů, základních způsobů vytvrzování a modifikace epoxidových systémů a podrobně popisuje princip a mechanismus emulzní polymerace. Experimentální část zahrnuje popis syntézy mikrogelových polymethakrylátových částic emulzní polymerací, jejich izolace z vodné disperze a dispergace v epoxidové matrici. Podrobně jsou popsány používané experimentální techniky. Ve třetí části jsou uvedeny výsledky zahrnující zejména strukturu a termomechanické vlastnosti připravených mikro/nanokompozitů.

Tematika nanokompozitů v kombinaci s vodnými disperzemi mikrogelů je vysoce aktuální a perspektivní. Práce obsahuje velké množství experimentálních výsledků, je zpracována pečlivě a na dobré technické úrovni. Autor využívá k charakterizaci disperzí i nanokompozitů širokého spektra experimentálních technik. Pozitivní je i spolupráce s jinými pracovišti, např. analýza velikosti částic pomocí DLS v Synpo a.s. Pardubice, nebo SEM výsledky získané v Drážďanech a Hradci Králové. Na druhé straně však má práce i některé nedostatky.

Text je zčásti psán formou popisu výsledků někdy bez následné adekvátní diskuse a interpretace. V práci dále postrádám některé základní informace týkající se studovaného nanokompozitního systému. Proč byl k přípravě mikrogelových částic použit tak komplexní kopolymer sestávající z pěti komonomerů? Zásadní význam pro výsledné vlastnosti má poměr monomerů MMA/BMA a monomer GMA zavádí funkční skupiny. Ovšem přítomnost allylmethakrylátu (AMA) a kyseliny akrylové není v textu zdůvodněna a rovněž jejich vliv není diskutován. Je zřejmé, že síťovalo AMA je nezbytné pro intramolekulární sesíťování a tvorbu mikrogelů, ovšem tuto základní informaci pro přípravu mikročástic autor neuvádí. Proč byly připraveny mikrogelové částice core-shell (tabulka 21 uvádí složení směsi), když nebyly využity pro syntézu nanokompozitů a diskutován jejich účinek? Kromě toho, složení při přípravě disperzí v tab. 24 není zřejmé, protože je uvedeno v hm. %, avšak celkově výrazně přesahuje hodnotu 100?

Experimentální výsledky DMA nátěrových filmů na str. 83-87 a jejich interpretace nejsou vyhovující. Moduly vzorků ve skelném stavu jsou řádu  $10^2$  GPa (70-170 GPa) v Tab.28 a na obr.45, což jsou zcela nereálné hodnoty. Např. Tab.1 uvádí literární data epoxidových systémů včetně kompozitu s moduly v rozmezí 2–20 GPa. Moduly stanovené u stejných vzorků statickými tahovými zkouškami jsou podle Tab.29 o 2 řády nižší v rozmezí 0.2-1 GPa. Modul pružnosti stanovený DMA roste s obsahem BMA v kopolymeru, zatímco reálnější výsledky tahových zkoušek ukazují naopak pokles modulu v této závislosti. Vysvětlení vyššího modulu při vyšším obsahu BMA větší absorpcí energie mechanického namáhání se vztahuje k houževnatosti materiálu, nikoliv však k modulu pružnosti.

V textu na str.83 je uvedeno, že vzorek GMA 1 má hodnotu  $T_g \sim 120$  °C, přičemž podle Tab.28 je hodnota  $T_2$ , která odpovídá skelnému přechodu stanovenému DMA, pouze 40-45 °C. (Autor měl zřejmě na mysli  $T_g$  samotných částic?)

Proč nejsou prezentovány originální tahové křivky, ze kterých byla stanovena pevnost a modul? Proč nebyla stanovena také tažnost materiálu, patřící k základní charakteristice mechanických vlastností? Co je kapacitní část modulu pružnosti (str.83, řádek 21)?

Některé nesrovnalosti v interpretaci diskutovaných výsledků.

- str.70 Autor nachází korelaci mezi velikostí částic a délkou bočního řetězce použitých monomerů, BMA a GMA, v kopolymeru. Tvrdí, že s rostoucím obsahem BMA a GMA roste velikost částic. Ovšem největší velikost vykazuje vzorek GMA1, neobsahující žádný BMA? Neměla by být vzata v úvahu kompatibilita kopolymeru s vodným prostředím a stupeň nabobtnání částice? V případě rostoucího obsahu GMA není z Tab.24 zřejmý žádný trend v souvislosti s velikostí částic. Rovněž tvrzení, že „Vyšší velikost částic je vidět u systému s nižším počtem esterů kyseliny methakrylové v řetězci“, není správné. Obsah kyseliny je ve všech směsích konstantní (2 hm.%).
- str.77 a Tab.25 Tabulka týkající se vzhledu a kvality filmů zahrnuje 25 vzorků a v textu je komentář, že vzorky s vyšším zastoupením BMA tvoří filmy s menším zákalem. Ovšem vzorek GMA5 s nejvyšším obsahem BMA vykazuje téměř největší zákal a sice srovnatelný se vzorkem GMA1, neobsahující žádný BMA. Výsledky tedy nenaznačují korelaci kvality lesku s obsahem BMA v kopolymeru.
- str.91 „Větší velikost částic má příznivý vliv na pohlcení energie rázu“ v případě kompozitů na bázi epoxidové pryskyřice CHS Epoxy E520. Tento závěr není experimentálně potvrzen. Rozhodující je spíše složení kopolymeru, tj. rostoucí obsah BMA. Při stejném obsahu BMA rázová houževnatost naopak klesá s rostoucí velikostí částic (viz Tab.24 a 30).
- str.92 Pevnost v tahu roste se zvyšujícím se obsahem MMA v kopolymeru. V práci se v této souvislosti přikládá význam velikosti částic a mezifázového povrchu na pevnost. Toto lze sice očekávat, avšak výsledky (Tab. 24 a 32) to nepotvrzují. Pevnost nevykazuje korelaci s velikostí částic při konstantním obsahu MMA částic.
- Dále mám k práci drobné připomínky a dotazy, včetně upozornění na některé formální nedostatky.
- str.18 Není jasně vysvětlen princip zesítnění mikrogelů. Kopolymerace monomerů obsahujících dvě násobné vazby může vést ke klasické polymerní síti. Podstatou tvorby mikrogelu je intramolekulární reakce, intramolekulární síťování.
- str.31 Vzhledem k tomu, že v práci jsou epoxidové pryskyřice vytvrzovány aminy, očekával bych poněkud podrobnější popis. Chybí např. zásadní typ - aromatické aminy, respektive rozdíly v reaktivitách různých typů aminů a ve vlastnostech vytvrzených epoxidových materiálů a jejich možných aplikací.
- str.34 Modifikace kapalnými kaučuky. Chybí vysvětlení principu, proč kapalné kaučuky zvyšují houževnatost.
- str.74 Místo Homogenizace částic je lépe použít spojení Homogenizace distribuce částic.
- str.79 Růst tvrdosti filmů s časem ukazuje, že filmy vytvrzované za laboratorní teploty (7 dní) jsou výrazně nedoreagované a nestabilní. Proto jejich experimentální charakterizace bezprostředně po přípravě může poskytovat zkreslené výsledky.

Přes uvedené nedostatky, splnila práce své zadání. Byla optimalizována syntéza mikrogelových částic emulzní polymerací a jejich dispergace v epoxidové matrici. Dále byly modifikací epoxidového systému připraveny nátěrové hmoty vykazující vyšší tvrdost a tvarovou stálost v závislosti na teplotě a rovněž epoxidové kompozity se zvýšenou rázovou houževnatostí. Proto doporučuji práci přijmout k obhajobě.

V Praze 24.10.2010



RNDr. Libor Matějka, DSc.



**Oponentský posudek disertační práce**  
**"Studium mechanických a tepelně-mechanických vlastností**  
**epoxidových nanokompozitů na bázi funkcionalizovaných mikrogelů**  
**esterů kyseliny methakrylové"**

**Autor:** Ing. Ladislav Svoboda

**Oponent:** Prof. Ing. Vratislav Ducháček, DrSc.

Oponovaná disertační práce, jak naznačuje její souhrn, má být příspěvkem k poznání mechanických vlastností kompozitních materiálů na základě epoxidové pryskyřice a tzv. "**nano-mikročástic**" esterů kyseliny methakrylové. Svým obsahem, rozsahem a členěním v podstatě odpovídá svému účelu. Škoda, že neobsahuje informaci o vytčených cílech, a ze stručného úvodu se dozvídáme hlavně okolnost, že kombinuje znalosti školicího pracoviště, nesprávně nazvaného Ústavem makromolekulární chemie, ze dvou oblastí, jimiž se zabývá, a to akrylátových vodných disperzí a epoxidových pryskyřic.

Teoretická část o 33 stranách připomíná spíše práci diplomovou se školáckými neobratnostmi, např. "*Výztužemi matrice pak bývají vlákna, částice, prepregy aj.*" Kompozity s polymerní matricí "*oproti ostatním kompozitům na bázi kovů nebo keramiky se vyznačují především nižší hmotností ... jednoduchá technologie zpracování i tvarování.*" (str. 11). "*Použití plniva o velikosti nanometrů ...*" (str. 12). "*... malých bublinek vakua, ...*" (str. 20). "*Extrudér je běžně používané zařízení pro zpracování polymerů v plastikářském průmyslu. ...Extrudéry se používají hlavně pro homogenizaci termoplastů v tavenině.*" (str. 21). U legend převzatých obrázků chybějí odkazy na literární zdroje. Co znamená sousloví "**Nanokompozitní duté koloidy**" (str. 15 a další)? Na obr. 13 se jedná evidentně o vliv teploty na tvar tahové křivky jednoho polymeru. Jakého? Nerozumím větě, že tvrdidla se dělí "*na dvě základní skupiny, a to na tvrdidla tvořící alternující kopolymery tvrdidlo-pryskyřice a na látky iniciující polymeraci epoxidových skupin za vzniku homopolymerů.*" (str. 30). Tvzení, že "*v poslední době se pohybuje roční světová produkce latexů kolem  $2 \cdot 10^7$  tun*" je podpořeno odkazem 76, což je ale disertační práce obhájená na Baskytské univerzitě v roce **2004**. K jakému letopočtu je vztažen citovaný statistický údaj?

Experimentální část je zpracována velmi podrobně (na 26 stranách). Obsahuje však některé symboly a zkratky, které nejsou zahrnuty v "*Seznamu zkratek a symbolů*" na str. 9 (jehož zařazení do disertační práce jinak chválím), kde je zase např. uvedeno hydroxylové číslo ("*č. OH*"), o kterém v experimentální části není řeči, ale nikoli číslo aminové ("*č.a*") nebo epoxidový ekvivalent ("*EE*"), jejichž stanovení je v experimentální části popsáno.

Zhruba stejný rozsah jako část teoretická má kapitola 5 "*Výsledky a diskuze*" (31 stran). Je však spíše pouhým přehledem výsledků, které jsou někdy diskutovány mezi sebou, nikoli však s literárními údaji. Jsou tedy všechny získané výsledky natolik nové, že k nim současný stav poznání v oblasti studované problematiky nemá co říci?

Tabulky 28 na str. 84 a 35 na str. 97 vzbuzují ve čtenáři dojem, že teploty  $T_1$  byly stanoveny s přesností na setiny °C, teploty  $T_2$  a  $T_{TMA}$  s přesností na desetiny °C a hodnoty modulu pružnosti v GPa opět na 2 desetinná místa. Podobnou připomínku je možno vznést k tab. 34 na str. 96, kde jsou uváděny teploty tvarové stálosti pohybující se v okolí 100 °C opět s jedním desetinným místem. Uchazeč by měl při obhajobě objasnit, jak je tomu doopravdy, i když si čtenář jistý obrázek o přesnosti stanovení tahových vlastností může udělat z tab. 29 na následující straně, kde najde hodnoty meze pevnosti v tahu a modulu pružnosti v tahu uváděné na setiny MPa při odchylkách jednotek až desítek MPa, podobně jako v tab. 32 na str. 93 a analogicky v tab. 33 na str. 95 v případě namáhání ohybem. Rovněž hodnoty rázové houževnatosti (tab. 30 na str. 90) jsou uváděny na neuvěřitelné setiny  $\text{kJ m}^{-2}$  při odchylkách "taktně" zamlčených, podobně jako hodnoty tvrdosti podle Brinella řádu  $10^2$  MPa na jedno desetinné místo (tab. 31 na str. 92).

Závěr práce, formálně vedený jako kapitola 5, je spíše souhrnem kapitoly předcházející. Dokládá to vlastně i formulace posledního odstavce (na str. 102), který začíná slovy: "Závěrem lze říci, že tato práce splnila vytčené cíle ...", které, žel, jak jsem již uvedl výše, se mi nepodařilo najít.

Práce je sepsána dobrým spisovným jazykem s minimem stylistických (např. na str. 15: "... duté koloidy anorganické i organické povahy o rozměrech v řádu jednotek ...") a gramatických chyb (např. na str. 11: "kompozitní materiál s vlastnostmi, jež nelze dosáhnout ...") nebo překlepů (např. na str. 69 "Výsledky a Diskuze") a typograficky velmi pěkně vyvedena.

Formální připomínky:

- Nevím, co vedlo autora k tomu, že názvy monomerních esterů píše s pomlčkou: *methyl-methakrylát, butyl-methakrylát* apod.
- Taktéž nerozumím psaní zkratk obrázků a tabulek v textu s velkým počátečním písmenem.
- Kombinace starší délkové jednotky se současnou (podle soustavy SI) v jedné větě mi připadá téměř úsměvná: "... vzorky od několika Å do cca 130  $\mu\text{m}$ ."
- V obr. 14 (na str. 36) překopírovaném z anglického originálu snad mohl být termín "crazing" přeložen do češtiny.
- Uvádět v legendách obrázků obsahujících snímky z mikroskopu číselně zvětšení je zbytečné, i když by byly snímky překopírovány v originální velikosti, neboť je na nich uvedeno grafickou formou. Lepší čitelnosti, zejména tohoto údaje, by však prospělo typografické zvětšení obrázků.

Závěrem konstatuji, že oponovanou disertační práci, která obsahuje značné množství zajímavých experimentálních výsledků, přes výše uvedené připomínky a výhrady považuji za dostatečný doklad vědecko-výzkumné způsobilosti pana Ing. Ladislava Svobody a proto ji doporučuji k obhajobě.

V Praze dne 5. listopadu 2010



Prof. Ing. Vratislav Ducháček, DrSc.