

## KOMPATIBILITA CHEMICKÝCH LÁTKOK

IVANA TUREKOVÁ - KAROL BALOG

### COMPATIBLES OF CHEMICAL SUBSTANCES

#### ABSTAKT

*Chemické látky sú zväčša nebezpečné. Je nutné si uvedomiť i skutočnosť, že pri požari, výbuchu alebo strate kontroly nad nebezpečnou látkou môže dôjsť k ich vzájomnému zmiešaniu a tým k reakciám, ktoré sú pri bežných prevádzkových podmienkach netypické. Takýto stav potom môže viesť až k závažnej priemyselnej havárii. Preto je potrebné posudzovať vzájomnú kompatibilitu chemických látok, ktoré vyplývajú z ich vlastností.*

**KLúčové slová:** Chemická látka a chemický prípravok, znášanlivosť

#### ABSTRACT

*Chemical materials are very danger. There is necessary to know that by the fire, explosion or control loss of dangerous substances is able to arrive to relative mixture and to reactions, who be in at ordinary cost condition atypical. There is needed to appraisal relative compatibility chemical substances, which result of their property.*

**Key words:** Chemical substances and chemical preparations, tolerance

#### Úvod

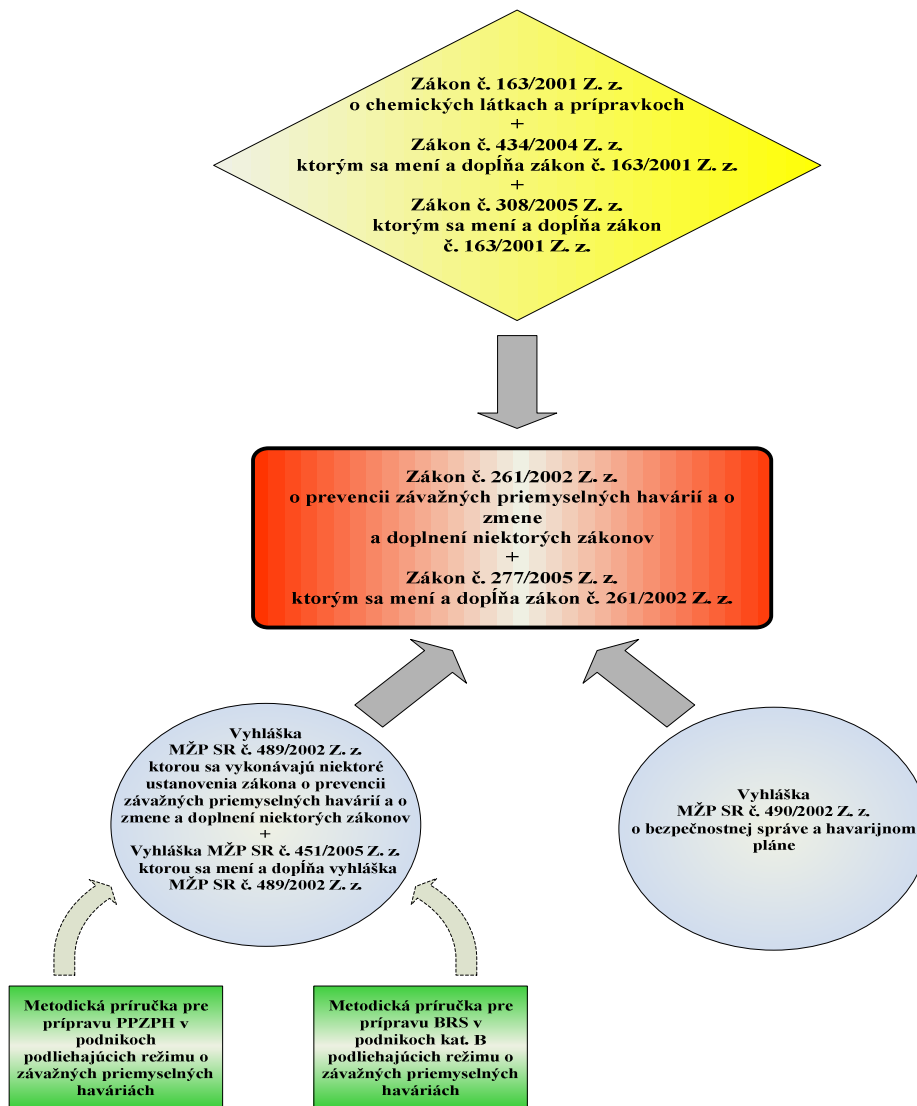
Zákon o prevencii závažných priemyselných havárií je prvým legislatívnym predpisom, ktorý rieši vzťah závažných priemyselných havárií k ochrane života a zdravia, ale tiež environmentu v prípade iniciovania havárie. Vzájomnú prepojenosť slovenských legislatívnych predpisov popisuje obr. 1.

#### Ohrozenie nebezpečnými látkami

Dôležitým prvkom pre akúkoľvek manipuláciu s nebezpečnými chemickými látkami je znalosť ich vlastností. Faktory ohrozenia sú:

- ohrozenie výbuchom,
- ohrozenie požiarom,
- nebezpečné chemické reakcie,
- nebezpečenstvo ohrozenia zdravia toxickými látkami.

**RUSKO, M. – BALOG, K. [Eds.] 2007:**  
**Manažérstvo životného prostredia 2007 ▼▲▼ Management of Environment '2007**  
**zo VII. konferencie so zahraničnou účasťou konanej 5. - 6. 1. 2007 v Jaslovských Bohuniach**  
**Proceedings of the International Conference, Jaslovské Bohunice, 5-6 January 2007**  
**Žilina: Strix et VeV. Prvé vydanie. ISBN 978-80-89281-18-3.**



Obr. 1 Prepojenie zákona o haváriách s legislatívou

### Ohrozenie výbuchom

Explozívne a výbušné sú všetky látky, ktoré majú nestabilnú chemickú štruktúru a sú schopné sa rýchlo rozkladať, následkom čoho dochádza k výbuchovej reakcii. Explozívne látky sa delia do dvoch skupín. Látky, ktoré potrebujú na rozklad silnú iniciáciu (teplom, nárazom, iskrou, nežiaducou chemickou reakciou) a látky, ktoré sa rozkladajú samovoľne.

Škodlivé dôsledky výbuchu na človeka sú:

- tlaková vlna ohrozujúca človeka mechanickými účinkami (už pri pretlaku 100 kPa sú poškodené pľúca),
- možný toxický účinok rozkladných produktov ako sprievodný jav výbuchu,
- popálenie,
- vysoká prašnosť,
- vysoká úroveň impulzného hluku.

Nežiaduci účinok výbuchu je spojený s tlakovou vlnou, mechanickými účinkami i na neživé objekty, napríklad budovy. Okrem samotného výbuchu sú nebezpečné ešte ďalšie efekty, ktoré môžu vyvolať požiar, kontamináciu okolia nebezpečnými látkami.

### Ohrozenie požiarom a popálenie

Požiar môže vzniknúť spolupôsobením horľavých látok (plyny, kvapaliny, pevné látky) a kyslíka, prípadne iných oxidačných činidel. Presnejšia charakteristika horľavých látok podľa zákona o prevencii závažných priemyselných havárií uvádza, že sú to látky, ktoré môžeme členiť do štyroch kategórií (viď. tab. 1) [1, 2, 3].

Tab. 1 Kategórie horľavých látok [2]

Kategória	Definícia
<b>Horľavé kvapaliny</b>	chemické látky alebo chemické prípravky, ktorých bod vzplanutia sa rovná alebo je väčší ako 21 °C a menší alebo sa rovná 55 °C (označenie špecifického rizika R10), podporujúce horenie.
<b>Veľmi horľavé</b>	chemické látky alebo chemické prípravky, ktoré sa môžu zohriať a vznietiť v kontakte so vzduchom pri teplote okolia bez dodania energie (označenie špecifického rizika R17), ako aj chemické látky a chemické prípravky, ktoré majú bod vzplanutia menší ako 55 °C a pod tlakom zostávajú kvapalné, ak osobitné prevádzkové podmienky, ako sú vysoký tlak alebo vysoká teplota, môžu spôsobiť nebezpečenstvo závažnej priemyselnej havárie.
<b>Veľmi horľavé kvapaliny</b>	chemické látky a chemické prípravky, ktorých bod vzplanutia je menší ako 21 °C a ktoré nie sú mimoriadne horľavé (označenie špecifického rizika R11 druhá pomlčka).
<b>Mimoriadne horľavé</b>	a) kvapalné chemické látky a kvapalné chemické prípravky, ktorých bod vzplanutia je menší ako 0 °C a ktorých bod varu (alebo v prípade destilačného rozmedzia počiatočný bod varu) je pri normálnom tlaku menší alebo sa rovná 35 °C (označenie špecifického rizika R12 prvá pomlčka) b) plyny, ktoré sú horľavé pri kontakte so vzduchom pri okolitej teplote a tlaku (označenie špecifického rizika R12 druhá pomlčka), ktoré sú v plynnom alebo superkritickom stave horľavé a veľmi horľavé kvapalné chemické látky a kvapalné chemické prípravky udržiavané na teplote vyššej ako je ich bod varu

### Nebezpečné chemické reakcie

Medzi nebezpečné chemické reakcie sa zaraďujú všetky zmeny látok pri pôsobení fyzikálnych vplyvov (nestále látky), pri rozpúšťaní (nemení sa chemická štruktúra látky), pri ktorých sa uvoľňuje veľké množstvo tepla, alebo vznikajú látky, ktoré môžu byť výbušné, horľavé, korozívne, prípadne rôznym spôsobom toxické. Nebezpečné reakcie môžeme rozdeliť do štyroch skupín:

- reakcie s toxickými látkami,
- reakcie s horľavinami,
- rýchlo prebiehajúce reakcie,
- zmiešané procesy.

Presné údaje o konkrétnom nebezpečenstve a ohrození je možné získať z rôznych chemických databáz o vlastnostiach látok. Nestálosť látok sa môže hodnotiť podľa koeficienta reaktivity, čo je pomer zmeny reaktivity na zmene jedného z parametrov (teplota, tlak, výkon) [1].

## Vzájomná nezlúčiteľnosť chemických látok

Chemické látky vytvárajú nebezpečenstvo samé, ale niektoré vykazujú zvláštne riziká pri zmiešaní s inými. Táto vlastnosť - chemická reaktivita, je potenciálnym zdrojom rôznych ohrození pri manipulácii s týmito látkami. Pri týchto reakciách nastáva aj uvoľnenie iných produktov, ako sú plyny alebo iné produkty. Tento problém je dôkladne preštudovaný aj vďaka nehodám, ktoré vznikli v dôsledku nekontrolovaných chemických reakcií [4, 5].

Na základe podobných udalostí a poznatkov sa vyvíjali a zdokonaľovali rôzne systémy na identifikáciu nezlúčiteľnosti, chemických látok. Tieto systémy sú prispôbené rôznym pracovným činnostiam a sú založené na rôznych princípoch.

**Prvý systém** pre bezpečnú manipuláciu s nezlúčiteľnými chemikáliami je založený **na klasifikácii látok podľa OSN**. Je to medzinárodne platný systém, ktorý rozdeľuje nebezpečné látky do deviatich tried a niekoľkých podtried. Tieto zahŕňajú v širšom zmysle hlavné skupiny chemických látok. Pri tvorbe tejto kategorizácie boli za hlavné vlastnosti vybrané horľavosť a výbušnosť (tab. 2).

Tab. 2 Nezlúčiteľnosť chemických látok podľa zatriedenia [4]

1	Trieda 1	1																
2	Trieda 2.1	N	2															
3	Trieda 2.2	N	A	3														
4	Trieda 2.3	N	A	A	4													
5	Trieda 3	N	A	A	A	5												
6	Trieda 4.1	N	N	A	A	A	6											
7	Trieda 4.2	N	N	N	N	N	N	7										
8	Trieda 4.3	N	N	A	A	A	A	A	8									
9	Trieda 5.1	N	N	A	N	N	N	A	A	9								
10	Trieda 5.2	N	N	N	N	N	N	A	A	N	10							
11	Trieda 6	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	11						
12	Trieda 7	N	N	A	A	N	N	N	N	N	N	A	12					
13	Trieda 8	N	A	A	A	A	A	A	N	N	N	A	N	13				
14	Trieda 9	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	14			

Legenda:

A – áno (zlúčiteľné)

N – nie (nezlúčiteľné)

Uvedený systém má niekoľko nevýhod:

- Klasifikácia je založená na fyzikálnych, nie chemických vlastnostiach
- Klasifikácia je príliš široká, napr. v triede 8 (korozívne látky) sú zahrnuté kyseliny aj zásady, ktoré sú v mnohých prípadoch nezlúčiteľné a nesmú byť skladované spoločne

Druhý systém nezlúčiteľnosti chemických látok podľa Hatayamu (tab. 3) bol pôvodne vyvinutý pre nebezpečné odpady. Je založený na environmentálnych vlastnostiach, ale využíva aj chemické a fyzikálne vlastnosti. Zo všetkých systémov je najpodrobnejší, keďže poskytuje aj informáciu o tom, aké druhy nebezpečenstva môžu vzniknúť pri nevhodnej kombinácii chemických látok (tab. 3) [4].

Tab. 3 Systém nezlúčiteľnosti podľa Hatayamu [4]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1. Minerálne kyseliny, neox.																								
2. Minerálne kyseliny, oxid.																								
3. Organické kyseliny	G,H																							
4. Alkoholy a glykoly	H	H,F																						
5. Aldehydy	H,P	H,P																						
6. Amidy	H	H,T																						
7. Alifát. a aromatické amíny	H	H,T	H																					
8. Azo a diazodúčenný	H,G	H,T	H,G	H,G																				
9. Žeraviny	H	H	H	H																				
10. Kyanidy	T,F	T,F	T,F				G																	
11. Estery	H	H,F						H																
12. Étery	H	H,F																						
13. Anorganické fluordy	T	T	T																					
14. Aromatické uhľovodíky		H,F																						
15. Halogenované uhľovodíky	H,T	H,F,T																						
16. Izokyanaty	H,G	H,F,T	H,G																					
17. Ketóny	H	H,F																						
18. Merkapťany	T,F	H,F,T																						
19. Nitrily	H,F,T	H,F,T	H																					
20. Organické nitrozúčenný		H,F,T																						
21. Nasýtené alif. uhľovodíky		H,F																						
22. Organické peroxidy	H,G	H,E																						
23. Fenoly a krezoly	H	H,F																						
24. Anorganické sulfidy	T,F	H,F,T	T																					
25. Oxidácie čírdla	H,T																							

Časté problémy so skladovaním v laboratóriách môžu viesť k miešaniu nekompatibilných chemických látok. Najväznejším je skladovanie kyselín (zvlášť oxidujúcich kyselín) s horľavými rozpúšťadlami, lebo ich kontakt môže vyústiť do požiaru alebo explózie. Skladovanie chemikálií v abecednom poradí na policiach alebo v skrinách často vedie k spoločnému skladovaniu nekompatibilných chemických látok. Napríklad, abecedné usporiadanie môže viesť k tomu, že fluór je skladovaný vedľa formaldehydu [5].

Na riešenie tohto problému vyvinulo Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory systém matice nezlúčiteľnosti chemických látok (tab. 4). Táto matica obsahuje skupiny látok, ktoré sa najčastejšie vyskytujú v laboratóriu. Je vhodná pre malé objemy chemických látok a prakticky je nepoužiteľná pre veľké podniky a sklady.

Tab. 4 Matica nezlúčiteľnosti chemických látok [6]

	Kyseliny, anorganické	Kyseliny, oxidujúce	Kyseliny, organické	Alkálie (Zásady)	Oxidačné činidlá	Jedy, anorganické	Jedy, organické	Látky reagujúce s vodou	Organické rozpúšťadlá
Kyseliny, anorganické			X	X		X	X	X	X
Kyseliny, oxidujúce			X	X		X	X	X	X
Kyseliny, organické	X	X		X	X	X	X	X	
Alkálie (Zásady)	X	X	X				X	X	X
Oxidačné činidlá			X				X	X	X
Jedy, anorganické	X	X	X				X	X	X
Jedy, organické	X	X	X	X	X	X			
Látky reagujúce s vodou	X	X	X	X	X	X			
Organické rozpúšťadlá	X	X		X	X	X			

kde: X = nezlúčiteľné – neskladujte spolu

Nemecký zväz chemického priemyslu vydal v roku 1998 Koncept pre spoluskladovanie chemických látok. Tento koncept obsahuje systém (tab. 5) a algoritmus postupu pre posúdenie zlučiteľnosti chemických látok. Nevýhodou tohto systému je, že je postavený na nemeckých zákonoch a smerniciach, čím je prakticky nepoužiteľný v iných krajinách. Látky sa v tomto systéme delia do 13-tich tried, pričom sa niektoré triedy delia ešte na podtriedy. Použitím tohto systému môžeme dostať tri druhy výsledkov: spoluskladovanie je dovolené, spoluskladovanie je dovolené len obmedzene (je možné pri dodržaní určitých podmienok) alebo je nutné separované skladovanie [7, 8].

**RUSKO, M. – BALOG, K. [Eds.] 2007:**  
**Manažérstvo životného prostredia 2007 ▼▲▼ Management of Environment '2007**  
 zo VII. konferencie so zahraničnou účasťou konanej 5. - 6. 1. 2007 v Jaslovských Bohuniach  
 Proceedings of the International Conference, Jaslovské Bohunice, 5-6 January 2007  
 Žilina: Strix et VeV. Prvé vydanie. ISBN 978-80-89281-18-3.

Tab. 5 Zlučiteľnosť látok podľa konceptu pre spolumskladovanie chemických látok [7]

Trieda skladovania	1	2 A	2 B	3 A	3 B	4.1 A	4.1 B	4.2	4.3	5.1 A	5.1 B	5.1 C	5.2	6.1 A	6.1 B	6.2	7	8 A	8 B	10	11	12	13
Výbušné látky	17																						
Skvapalnené a pod tlakom skladované plyny		17	4									10					18	5			5		
Tlakové balenia		4		1	1							10		2	2		18	4	4	6	6	6	6
Zápalné kvapalné látky			1	17							11						18	9	9	3			
Horľavé kvapaliny			1			12	4	4			11		17				18						
4.1 A					12	17	12						14					12	12	12	12	12	12
4.1 B					4	12	4	4	4		11		13	8			18						
4.2							4	4	4								18	4	4	4	4	4	4
4.3					4		4	4	4								18	4	4	4	4	4	4
5.1 A																							
5.1 B					11	11						10		15	15		18	11			11	11	
5.1 C		10	10							10	10	17					18	10	10	10	10	10	10
5.2					7	14	13						17							16	16	16	16
6.1 A			2				8			15							18				3		
6.1 B			2							15							18				3		
6.2																							
7		18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18		18	18	18	18	18	18
8 A		5	4	9		12	4	4	4	11	10						18						
8 B			4	9		12	4	4	4		10						18						
10			6		6	12	4	4	4	11	10	10	16				18						
11		5	6	3		12	4	4	4	11	10	16	3	3	3		18						
12			6			12					10	16					18						
13			6			12					10	16					18						

Spolumskladovanie je dovolené

Spolumskladovanie je dovoľené len obmedzene

Je nutné separované skladovanie

### Posúdenie znášateľnosti vybraných látok

Bolo vybraných 36 látok na ktoré boli aplikované oba systémy - klasifikácia podľa OSN (tab. 6) a systém nezlúčiteľnosti chemických látok podľa Hatayamu (tab. 7). Pri klasifikácii látok sa vychádzalo z Kariet bezpečnostných údajov.

Tab. 6 Adaptovaný OSN systém

<b>Trieda 3</b>	Acetón Butylacetát Cyklohexán (hexol) Izopropylalkohol Metyketylketón Octan etylnatý Toluén Riedidlo C 6000	<b>Trieda 3</b>			
<b>Trieda 5.1</b>	Peroxid. vodíka 35%	N	<b>Trieda 5.1</b>		
<b>Trieda 6</b>	Metylénchlorid Trichlóretylén Perchlóretylén	A	A	<b>Trieda 6</b>	
<b>Trieda 8</b>	Acetanhydrid Formaldehyd tech. Hydrogénsiričitan sodný Hydroxid sodný tekutý Chlorid železitý Chlórnán sodný Kys. dusičná Kys. fosforečná Kys. chlorovodíková min 31% Kys. mravčia 85% Kys. octová 99% Kys. peroxyoctová Kys. sírová akumul. min 32% Kys. sírová tech. min 94% Síran železitý Síran hlinitý 40% roztok	A	N	A	<b>Trieda 8</b>





Druhý systém nezlúčiteľnosti podľa Hatayamu má nasledovné nevýhody:

- vyžaduje značné znalosti v oblasti chemie,
- je v ňom obtiažne zatriediť chemické prípravky,
- je časovo náročnejší.

Má však značné výhody oproti predchádzajúcemu systému a to:

- Využíva chemické, fyzikálne a environmentálne vlastnosti chemických látok
- Okrem nezlúčiteľnosti chemických látok poskytuje aj informácie o nebezpečenstvách ich nevhodnej kombinácie
- Kyseliny rozdeľuje na minerálne oxidačné, minerálne neoxidačné a organické, čím umožňuje stanoviť nebezpečenstvá vyplývajúce z ich nevhodnej kombinácie, napr. kyselinu fosforečnú nie je vhodné zlučovať s kyselinou mravčou, pretože pri ich zmiešaní dochádza k vývinu tepla a k uvoľňovaniu plynov
- Na rozdiel od systému založenom na klasifikácii chemických látok podľa OSN tento systém oddeľuje zásady od kyselín
- Tento systém je pri identifikácii nezlúčiteľnosti chemických látok presnejší a jednoznačnejší oproti prvému systému

## ZÁVER

V príspevku boli rozobraté dva systémy pre identifikáciu znášanlivosti chemických látok a prípravkov. Jeden bol založený na klasifikácii látok podľa OSN, druhý na nezlúčiteľnosti chemických látok podľa Hatayamu. Oba systémy majú svoje výhody i nevýhody, ale všeobecne pre ne platí, že výrazne uľahčujú identifikáciu zlúčiteľnosti, resp. nezlúčiteľnosti chemických látok a prípravkov. To má význam najmä pri skladovaní a manipulácii s takýmito látkami, pretože ak vieme identifikovať nebezpečenstvo hroziace v prípade nevhodnej kombinácie chemických látok, vieme mu predchádzať.

## ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] ŠENOVSKÝ, M., et al.. *Nebezpečné látky II*. Ostrava : SPBI SPEKTRUM, 2004. 190 s. ISBN 80-86634-47-7
- [2] *Zákon č. 261/2002 Z.z. o prevencii závažných priemyselných havárií a o zmene a doplnení niektorých zákonov*
- [3] *Zákon č. 277/2005 Z.z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon 261/2002 o prevencii závažných priemyselných havárií a o zmene a doplnení niektorých zákonov*
- [4] BALOG, K., TUREKOVÁ, I. *Priemyselná toxikológia*. Bratislava : STU, 2005. 160 s. ISBN 80-227-2337-1
- [5] SOLDÁNOVÁ, Z.: Bezpečná manipulácia s nezlúčiteľnými chemickými látkami. In *ARPOS*, 2004, č. 16-17, s. 34 – 35. ISSN 1335-5910
- [6] Ernest Orlando Lawrence Berkeley national laboratory. *Chemical storage guidelines*. [online]. [cit. 2007-05-09]. Dostupné na internete : ><http://www.lbl.gov/ehs/chsp/html/storage.shtm/><
- [7] VERBAND DER CHEMISCHEN INDUSTRIE e.V. *Konzept für die Zusammenlagerung von chemikalien*. 1998. 30 s
- [8] YEN-SHAN LIU, WILLIAM J. ROGERS, M. SAM MANNAN. Effective and practical tools for screening reactive hazards. In *CEP magazine* [online]. 5/2006 [cit. 2007-04-17]. Dostupné na internete: ><http://people.clarkson.edu/~wilcox/Design/reac-haz.pdf><

**RUSKO, M. – BALOG, K. [Eds.] 2007:**

**Manažérstvo životného prostredia 2007 ▼▲▼ Management of Environment '2007**  
**zo VII. konferencie so zahraničnou účasťou konanej 5. - 6. 1. 2007 v Jaslovských Bohuniach**  
**Proceedings of the International Conference, Jaslovské Bohunice, 5-6 January 2007**  
**Žilina: Strix et VeV. Prvé vydanie. ISBN 978-80-89281-18-3.**

---

#### ADRESA AUTOROV

**doc. Ing. Ivana Tureková, PhD.,** Slovenská technická univerzita v Bratislave,  
Materiálovotechnologická fakulta Trnava, Botanická 49, 917 01 Trnava, Slovenská republika, e-mail:  
>ivana.turekova@stuba.sk<

**prof. Ing. Karol Balog, PhD.,** Slovenská technická univerzita v Bratislave,  
Materiálovotechnologická fakulta Trnava, Botanická 49, 917 01 Trnava, Slovenská republika, e-mail:  
>karol.balog@stuba.sk<

#### RECENZENT

**prof. Ing. Vladimír Zapletal, PhD.,** Univerzita Komenského, Fakulta manažmentu, Bratislava,  
Slovenská republika