

ENVIRONMENTÁLNE VPLYVY PLAZMOVÝCH TECHNOLÓGIÍ

Lýdia SOBOTOVÁ - Ružena KRÁLIKOVÁ

ENVIRONMENTAL IMPACT OF PLASMA TECHNOLOGIES



GLOBAL EXISTENTIAL RISKS 2018

ABSTRAKT

Predložený príspevok sa zaoberá problematikou identifikácie nebezpečenstiev, znečistením ovzdušia na plazmovom pracovisku. Spôsob plazmového zvarovania alebo delenia materiálu umožňuje spracovávať ručne a strojovo, umožňuje ďalej mechanizovať a automatizovať zvarací alebo deliaci proces, čo popri zvýšenej kvalite a produktivite práce prinášajú plazmové technológie aj zníženie možnosti ohrozenia zamestnancov. V príspevku sú uvedené rizikové faktory pri plazmovom zvaraní a delení materiálov.

KEÚČOVÉ SLOVÁ: plazmové pracovisko, environmentálna bezpečnosť, znečistenie ovzdušia

ABSTRACT

The presented article deals with the problem of identification hazards, air pollution in the plasma workplace. The method of plasma welding or cutting enables to process the material manually or mechanically, enables to mechanize and to automatize the welding or cutting processes, which, in addition to increased quality and productivity of these processes, also plasma technologies reduce the risk of employees being threatened.

KEY WORDS: plasma workplace, environmental safety, air pollution

ÚVOD

Vývoj klimatických zmien a vývoj ďalších dopadov na životné prostredie z neudržateľných spôsobov výroby postupne mení správanie sa väčšiny podnikov. Pravidlá trhu sa začínajú postupne rozširovať o environmentálne požiadavky. Hlavným príspevkom podniku k trvalej environmentálnej udržateľnosti je rozhodovanie a konanie v troch smeroch [11]:

- voľba environmentálne vhodných technológií,
- výroba environmentálne vhodných výrobkov,
- optimálne prevádzkovanie jestvujúcich technológií s cieľom maximálne obmedzovať ich negatívne vplyvy na ŽP.

PLAZMOVÉ ZVÁRANIE A RIZIKOVÉ FAKTORY

Analýza rizík v spoločnosti bola zameraná na uplatňovanie systémovej bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, tzn. na existenciu systému riadenia, jeho dokumentáciu (vnútorné predpisy, smernice, príkazy riaditeľa a pod.), ich uplatňovanie v činnosti (prevádzke) spoločnosti, a na realizáciu bezpečnostných a ochranných systémov na pracoviskách spoločnosti (vlastné zdroje). V prípade bezpečnostných a ochranných systémov bola analýza zameraná na technické riešenie bezpečnostných a ochranných systémov vyžadovaných ustanoveniami platných zákonov, nariadení vlády SR, vyhlášok a Slovenských technických noriem, s ohľadom na platné smernice Európskej únie. [2]

Zváranie je technologický proces spájania materiálov do nerozoberateľných celkov. V závislosti od použitej technológie zvárania je možné hovoriť o tavnom, tavno-tlakovom a tlakovom spôsobe zvárania. Z hľadiska škodlivosti majú najväčší dopad na ľudský organizmus tavné spôsoby zvárania. [3]

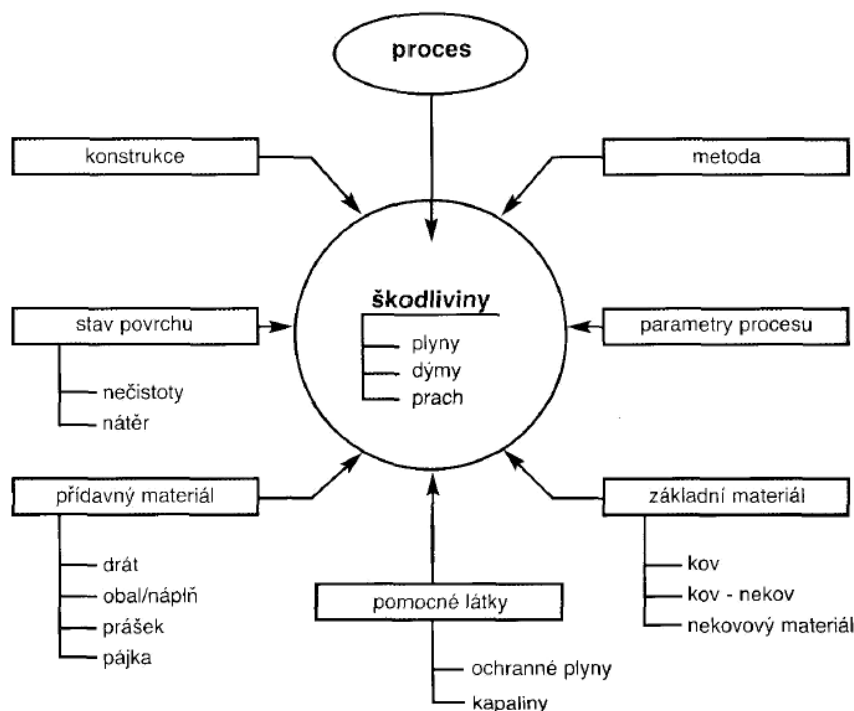
Pri týchto spôsoboch vzniká celý rad nežiaducich škodlivých – rizikových faktorov, ktoré je možné v zmysle pokynu č. 13/1986 Vestníka Ministerstva zdravotníctva SR na vykonávanie hygienického dozoru na pracoviskách a vyhlasovanie rizikových prác [3] rozdeliť na:

- špecifické rizikové faktory,
- nešpecifické rizikové faktory.

K špecifickým rizikovým faktorom je možné zaradiť prach (aerosóly), hluk, vibrácie, chemické látky a chemické karcinogény, infekcie, alergény, ionizujúce žiarenie, elektromagnetické žiarenie, zvýšený tlak vzduchu na nervy končatín atď. [1,2,3].

K nešpecifickým rizikovým faktorom patrí fyzická záťaž, polohy práce, mikroklima, osvetlenie, psychická záťaž zvarača.

Rizikové faktory a limitné hodnoty škodlivín pre zvaračské pracoviská definujú STN 05 0600, STN 05 0601, STN 05 0610, STN 05 0630, STN 05 1021.



Obr. 1 Environmentálne riziká pri vzniku škodlivín pri zváraní

PLAZMA A JAJ VLASTNOSTI

Plazma sa vyznačuje svojimi typickými vlastnosťami a to sú:

- stupeň ionizácie,
- teplota,
- kvázineutralita a Debeyove tienenie.

Stupeň ionizácie plazmy (pomer počtu ionizovaných častíc voči celkovému počtu častíc) je jedným z najdôležitejších parametrov, ktorý určuje správanie sa plazmy. Závisí predovšetkým od teploty. Podľa stupňa ionizácie sa plazma delí na:

- **slabo ionizovaný plazmu**, kde koncentrácia nabitých častíc je zanedbateľne malá v porovnaní s koncentráciou neutrálnych molekúl,
- **silne ionizovaný plazmu**, kde prevláda koncentrácia silne nabitých častíc,

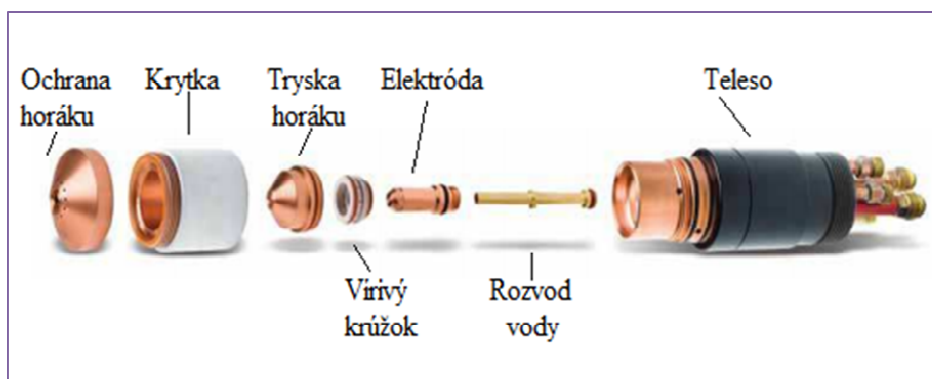
- **plne ionizovaná plazma**, ktorá obsahuje iba elektróny a ióny.

Podľa teploty sa plazma rozlišuje na druhy:

- vysokoteplotná ,
- nízokoteplotná. [8]

KONŠTRUKCIA PLAZMOVÉHO HORÁKA

Dôležitou súčasťou plazmového rezania je plazmový horák. V plazmovom horáku, ktorý je základnou súčasťou, dochádza k premene elektrickej energie na tepelnú energiu prúdu plazmy. Stabilizácia elektrického oblúka je významným parametrom plazmového horáka. Na obr. 1 sú popísané jednotlivé časti plazmového horáka.



Obr. 1 Plazmový horák

V nasledujúcej tab. 1 je zobrazené delenie plazmových horákov podľa druhu použitého stabilizačného média.

Tab. 1 Delenie plazmových horákov

Typ	Popis
Plazmové horáky s plynovou stabilizáciou: a) s transferovaným oblúkom b) s netransferovaným oblúkom	Elektrický oblúk horí medzi vnútornou elektródou umiestnenou v horáku a obrábaným materiálom. Používa sa pre opracovanie kovov (rezanie ocelí a neželezných kovov). Elektrický oblúk horí medzi vnútornou elektródou umiestnenou v horáku a výstupnou tryskou, ktorá tvorí anódu. Používa sa k obrábaniu nevodivých materiálov (napr. keramiky) a k nanášaniu povlakov.
Plazmové horáky s vodnou stabilizáciou:	Rezačia tryska má prídavné kanáliky, ktorými sa vstrekuje voda do plazmového horáku. Používajú sa pre rezanie ocelí a neželezných kovov a k nanášaniu povlakov. Výhodou je možnosť rezať pod vodou, čím sa znižuje prašnosť, hlučnosť a vplyv UV žiarenia na obsluhu.

V plazmovej technológii sa používajú rôzne plyny. Konkrétne príklady sú znázornené v nasledujúcej tab.2.

Tab. 2 Plyny používané v plazmovej technológii

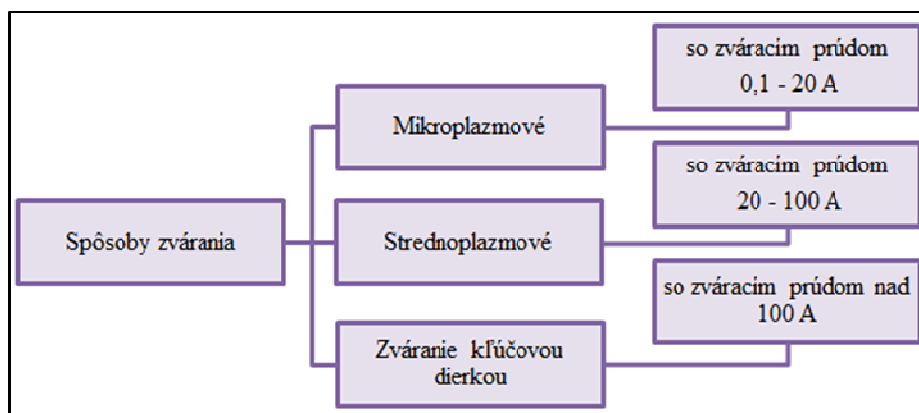
Typ plynov	Popis
Plazmové - argón - hélium - dusík - zmes argón + vodík	Sú privádzané do elektrického oblúka, kde dochádza k ich ionizácii
Fokusačné - argón - dusík - zmes argón + vodík - zmes argón + dusík	Zaostrujú (fokusujú) lúč plazmy po jeho výstupe z trysky horáku
Asistentné - argón - dusík	Obklopujú lúč plazmy a pracovné miesto a chránia ich pred účinkom atmosféry

Plazmové horáky sa v technickej praxi používajú pre:

- rezanie materiálov,
- zváranie,
- naváranie alebo striekanie vrstiev materiálov požadovaných vlastností na strojné súčasti,
- obrábanie ťažkoobrobiteľných materiálov,
- tavenie materiálov v peciach,
- vysokoteplotnú chemickú syntézu plynov,
- rozklad škodlivých priemyselných odpadov.

PLAZMOVÉ TECHNOLOGIE – ZVÁRANIE A DELENIE MATERIÁLU

Plazmové zváranie patrí medzi vysoko produktívne a moderné metódy oblúkového zvárania v ochrannnej atmosfére. Je charakterizované veľmi vysokou koncentráciou energie a vysokou pracovnou teplotou. Spôsoby plazmového zvárania sú uvedené na obr.2.

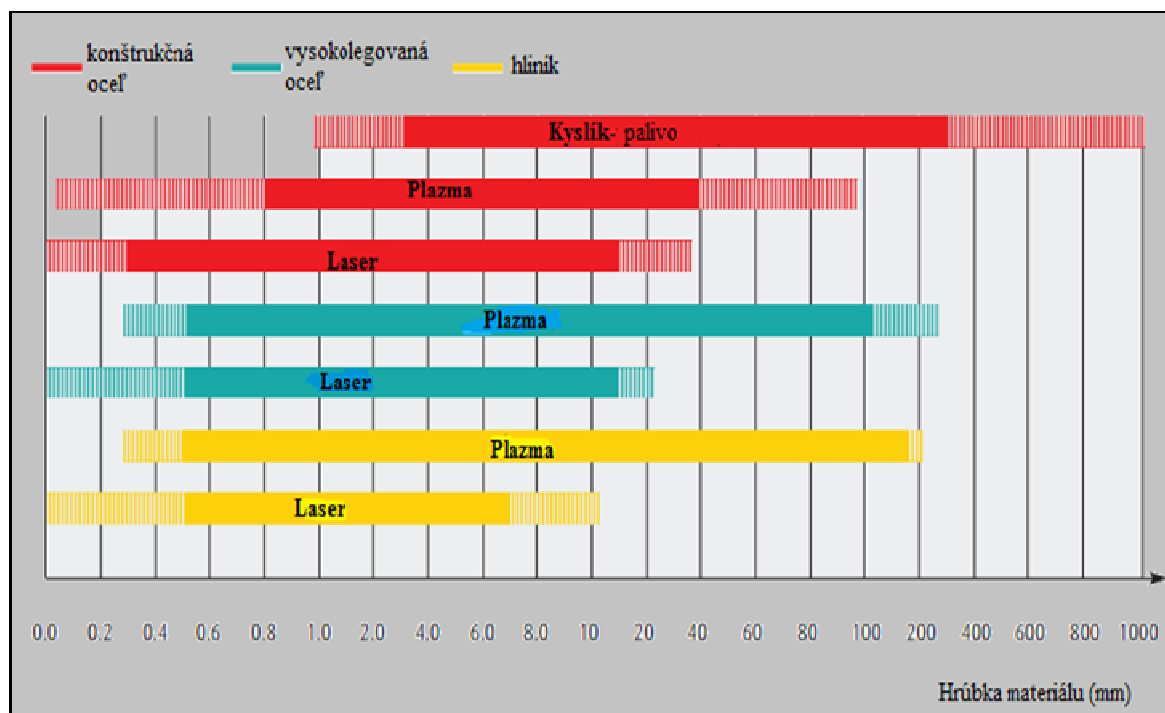


Obr. 2 Schéma spôsobov zvárania

Princíp **plazmového zvárania** spočíva v tom, že vo zvaracom horáku s výtokovou dýzou (malého prierezu) vzniká plazmový oblúk. Tento plazmový oblúk vzniká v dôsledku prechodu plazmového

plynu cez elektrický oblúk. Výtoková dýza horáka oblúk tvaruje resp. zužuje a na pomerne malú plochu zváraného materiálu sústreďuje tepelnú energiu. Zúžením prierezu oblúka dochádza k zvýšeniu disociácie a ionizácie plynu oblúkového stĺpca, čím sa následne zvyšuje hustota energie plazmového oblúka.

Technológia **delenia plazmou** bola vyvinutá koncom roku 1950 pre rezanie vysoko legovaných ocelí a hliníka. Technológia bola navrhnutá na použitie pre všetky kovy, ktoré vzhľadom na svoje chemické zloženie by nemali byť vystavené kyslíkovo-palivovému rezníu. Rozsah použitia plazmových, ale aj laserových a kyslíkovo-palivových procesov delenia je znázornený na obr. č. 3



Obr. 3 Rozsah použitia procesov plazmového rezania

ENVIRONMENTÁLNA BEZPEČNOSŤ PRACOVÍSK

Vzhľadom k fyzikálnej podstate uskutočňovaných procesov sú plazmové pracoviská vedené ako rizikové. Ich prevádzka sa riadi prísnyimi bezpečnostnými pravidlami. Obsluhujúci pracovníci na pracovisku musia podstúpiť odborné školenia. Zdrojom ohrozenia pri plazmovom zváraní najčastejšie býva:

- elektrický prúd (až do 600A),
- žiarenie všetkých vlnových dĺžok, ale najmä ultrafialové, ktoré je omnoho intenzívnejšie, ako pri voľne horiacom elektrickom oblúku,
- lúče oblúka,
- škodlivé plyny a aerosóly, najmä ozón a nitrózne plyny,
- hluk, ktorý dosahuje obzvlášť vysoké hladiny (až 110dB), pričom prevláda
- vysokofrekvenčná zložka.
- nebezpečenstvo požiaru.



Obr.3 Stacionárne vzorkovanie



Obr. 4 Personálne vzorkovanie

Pre experiment stanovenia koncentrácie aerosólov na pracovisku plazmového zvarovania boli odobrané vzorky zo stacionárneho aj osobného miesta (obr.3 a obr.4) v rovnakom časovom intervale. Počas merania boli namerané ďalšie parametre merania:

- teplota vzduchu $T_a = 23\text{ }^{\circ}\text{C}$
- atmosférický tlak $p_a = 102,5\text{ kPa}$
- relatívna vlhkosť $R_h = 52\text{ }\%$.

Na nasledujúcich obrázkoch sú uvedené exponované filtre z osobného odberu vzoriek (Obr. 4) a stacionárneho odberu vzoriek (obr. 5). V tabuľke č. 3 sú uvedené výsledky odberov aerosolov z plazmového pracoviska.



Obr.4 Personálny odber



Obr. 5 Stacionárny odber

Tab. 3 Namerané výsledky z plazmového pracoviska

P.č.	Vzorky	Čas merania [min]	Objem [l]	Hmotn.[mg]	Koncentr. [mg/m ³]
1	Personálna	42	84	4,65	54,62
2	Stacionárna	61	122	0,82	6,71

Rozdiely medzi oboma odbermi vzoriek sú zjavné. Rozdiel je spôsobený vzdialenosťou od zdroja tuhých aerosólov - plazmového rezacieho stroja. Rôzna farba filtra je spôsobená pevnými aerosólmi zachytenými na filtri. Z tabuľky je možné vidieť až takmer 9- násobné zvýšenie koncentrácie aerosólov v bezprostrednej blízkosti zamestnanca, ktorý je okrem aerosolov vystavený aj ďalším rizikám, pred ktorými musí byť pri svojej činnosti chránený. (Tab.4)

Tab. 4 Zdravotné riziká pri plazmovom delení

Zdravotné riziká	Spôsoby ochrany
Ultrafialové žiarenie: ➤ plazmový oblúk vytvára silné viditeľné a ultrafialové žiarenie s vysokou teplotou. ➤ žiarenie vznikajúce pri rezaní môže poškodiť zrak.	Ochranné okuliare Zváracie kukly
Popáleniny: ➤ bývajú najčastejšie spôsobené rozstrekom rozžeraveného kovu z tavného alebo rezného kúpeľa.	Dobrý nehorľavý pracovný odev Ochranné rukavice
Dymy, splodiny, aerosóly: ➤ časť materiálu, ktorý sa reže sa v dôsledku vysokých teplôt odparuje. ➤ k vznikajúcemu dymu sa pridávajú nečistoty z vrstiev na materiály, napr. farba, oleje, ktoré sú zdraviu škodlivé.	Odvod splodín odsávaním z každého pracoviska alebo použitím mobilných odsávacích jednotiek s mechanickou a chemickou filtráciou
Hlučnosť: ➤ vysoká hlučnosť, ktorej je človek vystavený po dlhú dobu spôsobuje trvalé poškodenie sluchu. ➤ Jej úroveň závisí od pracovného prostredia a metódy rezania. ➤ Pri plazmovom rezaní sa hladina hluku pohybuje okolo 110 dB.	OOP (Chrániče sluchu - slúchadla, štuple do uší)

ZÁVER

Tento príspevok poskytnutie informácie týkajúcej sa plazmových pracovísk. Dôležité je si uvedomiť, že chemické zloženie dymov, intenzita ich produkcie, rozmerová distribúcia (veľkosť častíc a štruktúra tuhej fázy aerosólov) závisia od spôsobu, resp. technológie zvárania, od zloženia použitých prídavných a základných materiálov, ochranných plynov, režimov a parametrov procesu, maximálnej výšky pracovnej teploty pri zváraní a od prípadnej povrchovej úpravy zváraných materiálov.

Efektívne využívanie novív technológií a ich vznik nie sú možné bez dostatočného výskumného a rozvojového potenciálu. V ďalšom období bude potrebná zmena návrhov budúcich technológií a ich pracovísk v zmysle environmentálnej bezpečnosti a minimalizácie environmentálnych rizík. Predpokladá sa nové smerovanie techniky prostredníctvom spolupráce v rámci interdisciplinárnych vedných odborov.

Pod'akovanie [zaradenie príspevku]

Tento príspevok vznikol v rámci projektu KEGA 045TUKE- 4/2018 a KEGA 041TUKE-4/2018.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] TURŇOVÁ, Z.-BÁBELOVÁ,E.: Tichý zabijak- emisie zvaračských dymov. ZVÁRAČ IV , č.1, 2007, s.25-27, ISSN 1336-5045.
- [2] LUMNITZER,E.- PIŇOSOVÁ, M.- HRICOVÁ, B.:Metodológia komplexného hodnotenia zdravotníckych rizík v priemysle. Zrecyn MUSKA sp.z.o.o., 2015, 232s. ISBN 978-83-938890-0-6.



- [3] SOBOTOVÁ, L.-KRÁLIKOVÁ, R.- LUKÁČOVÁ, K.: The dust measuring occurring in progressive plasma technology of materials, : ICEEE-2013, Budapest, , 2013 P. 250-259. - ISBN 978-615-5018-93-0
- [4] MAŇKOVÁ, I. : Progresívne technológie. 2.vydanie. Viena, Košice, 2000. 275 s. ISBN 80-7099-430-4
- [5] KRATOCHVÍL: Rezanie plazmou [online]. 2006. [cit. 2013-02-06]. Dostupné na internete: <<http://www.matnet.sav.sk/index.php?ID=374>>
- [6] Plazmové rezacie centrá [online]. [cit. 2013-02-10]. Dostupné na internete: <<http://www.pzvar.sk/produkty/zvaracie-zariadenia-automatizovane-komplexy/plazmove-rezacie-centra>>
- [7] ŠEBELA, Pavel: Aplikace nekonvenčních paprskových technologií (laser/plazma) ve strojírenství: Diplomová práce. Brno: Vysoké učení technické v Brne, 2008. 94 s.
- [8] Vlastnosti plazmy [online]. [cit. 2013-02-03]. Dostupné na internete: <<http://www.surin-partners.sk/produkty/plazma/>>
- [9] ONDEROVÁ, I.: Lineárna os y CNC laserového rezacieho stroja s lineárnymi motormi. In Setkání kateder výrobních strojů a robotiky - SKVS 2007 : Plzeň, 10.-11. září 2007. 1. vyd. Plzeň : Západočeská univerzita v Plzni, 2007, s.74-79. ISBN 978-80-7043-598-4.
- [10] ŠOOŠ, Ľ. - ONDEROVÁ, I.: Parameters influencing the components of quality. In International Journal for Quality Research. Vol. 2, No. 2 (2008), s.151-156. ISSN 1800-6450.
- [11] RUSKO, M. – MIKULOVÁ, M.: Budúce a vznikajúce technológie v kontexte udržateľného rozvoja, NEP, Strix, Žilina, 2015, s. 142-148, ISBN 978-80-89753-05-5.

ADRESY AUTORIEK

Doc. Ing. Lýdia SOBOTOVÁ, PhD.

Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra procesného a environmentálneho inžinierstva, Letná 9, 042 00 Košice, Slovenská republika
e-mail: lydia.sobotova@tuke.sk

Doc. Ing. Ružena KRÁLIKOVÁ, PhD.

Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra procesného a environmentálneho inžinierstva, Letná 9, 042 00 Košice, Slovenská republika

RECENZIA TEXTOV V ZBORNÍKU

Recenzované dvomi recenzentmi, členmi vedeckej rady konferencie. Za textovú a jazykovú úpravu príspevku zodpovedajú autori.

REVIEW TEXT IN THE CONFERENCE PROCEEDINGS

Contributions published in proceedings were reviewed by two members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.