

Charakteristika a použití svařování, základní rozdělení, význam jednotlivých metod



doc. Ing. Jaromír MORAVEC, Ph.D.

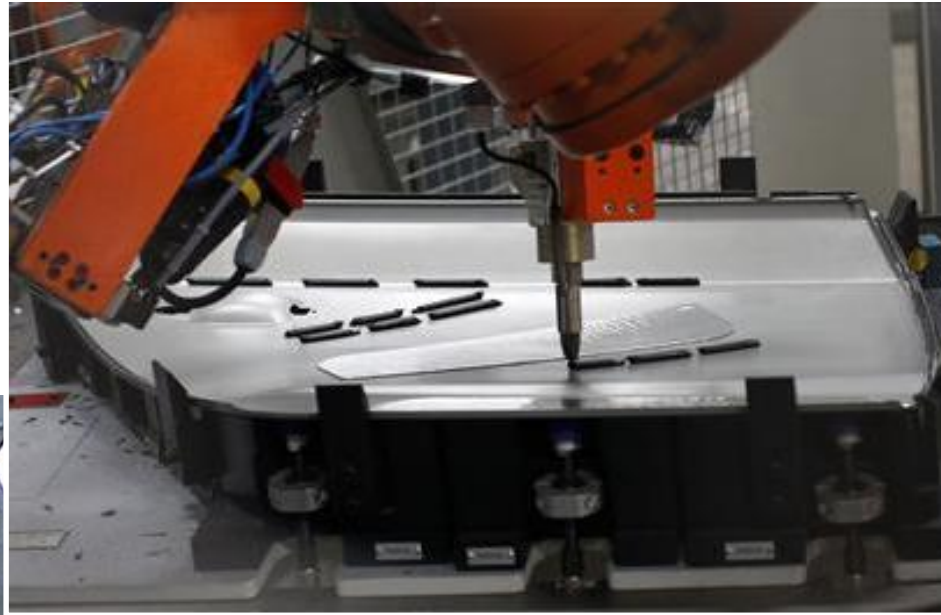
Ing. Martin Švec, Ph.D.

Ing. Šárka Bukovská

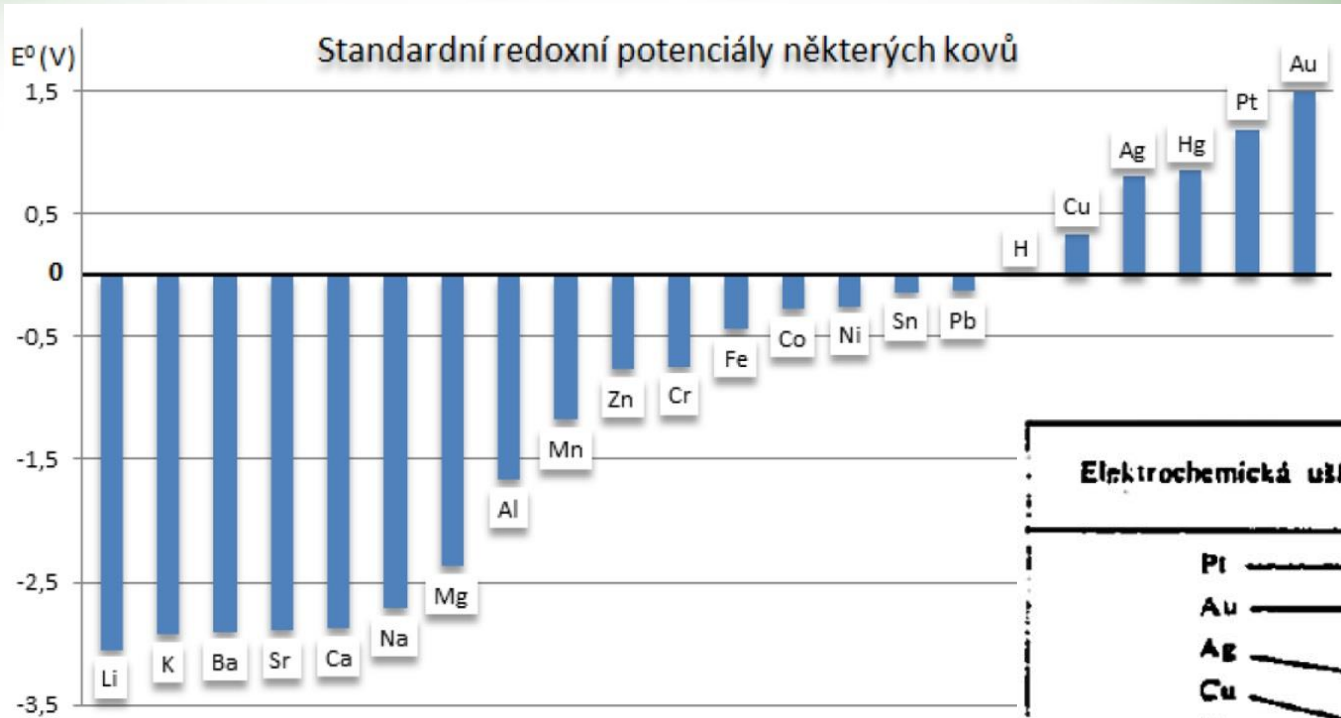
Typy v současnosti vytvářených spojů

- **Rozebíratelné spoje**, vytvořené zejména pomocí spojovacího materiálu.
- **Nerozebíratelné spoje** - vytvořené např. svařováním, nýtováním, lepením.

Nerozebíratelné spoje se používají všude tam, kde by spojovacími prvky mohla být narušena kompaktnost, těsnost, nebo rozměrová stabilita dílů.



Ušlechtilost kovů

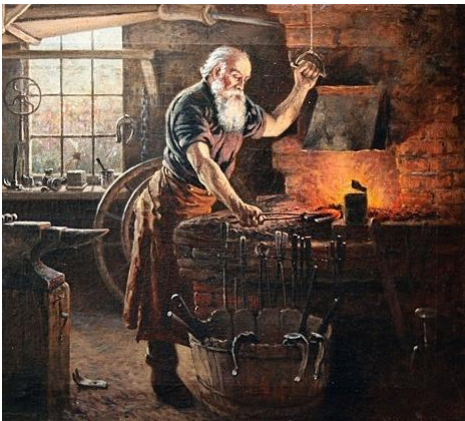


- vlivem tvorby oxidických vrstev se korozní odolnost a elektrochemická ušlechtilost mohou měnit

Elektrochemická ušlechtilost	Korozní odolnost
Pt	Pt
Au	Au
Ag	Zr
Cu	Ti
Pb	Ag
Sn	Cr
Ni	Cu
Cd	Ni
Fe	Pb
Cr	Al
Zn	Sn
Mn	Fe
Zr	Cd
Ti	Zn
Al	Mg
Mg	Mn

Úvod do svařování

- Patří mezi nejstarší technologie
- Aplikována většina fyzikálních principů (světlo, zvuk, síla, termické reakce, výbuch, el. proud)
- Dle ISO 4063 je definováno 93 různých metod svařování, z nichž 31 je hlavních
- Aplikovatelné téměř ve všech prostředích



ČSN EN ISO 4063

- V současné době rozeznáváme podle normy **ČSN EN ISO 4063** celkem **93 metod** svařování rozdělených dle principu do **6 základních skupin**.

Skupina 1 - obloukové metody svařování

Skupina 2 - odporové metody svařování

Skupina 3 - plamenové svařování

Skupina 4 - tlakové metody svařování

Skupina 5 – svařování svazkem paprsků

Skupina 7 – ostatní způsoby svařování

Skupina 8 – řezání a drážkování

Skupina 9 – pájení tvrdé, měkké a do úkosu

Rozdělení metod svařování dle ČSN EN ISO 4063

Skupina 1 – Obloukové metody svařování dle ČSN EN ISO 4063		
11	Svařování tavící se elektrodou	
	111	Ruční obloukové svařování obalenou elektrodou
12	Svařování pod tavidlem	
	121	Svařování pod tavidlem drátovou elektrodou
13	Svařování tavící se elektrodou v ochranném plynu	
	131	MIG svařování
	135	MAG svařování
14	Svařování netavící se elektrodou v ochranném plynu	
	141	WIG, TIG svařování
15	Plazmové svařování	
18	185	Svařování magneticky ovládaným obloukem

Rozdělení metod svařování dle ČSN EN ISO 4063

<i>Skupina 2 – Odporové metody svařování dle ČSN EN ISO 4063</i>		
21		Odporové bodové svařování
22		Odporové švové svařování
	221	Švové svařování s přeplátováním
23		Odporové výstupkové svařování
24		Odtavovací stykové svařování
25		Stlačovací stykové svařování
26		Odporové přivařování svorníků
27		Vysokofrekvenční odporové svařování
29		Ostatní způsoby odporového svařování

Rozdělení metod svařování dle ČSN EN ISO 4063

<i>Skupina 3 – Plamenové svařování dle ČSN EN ISO 4063</i>		
31	Plamenové svařování kyslíkem	
	311	Kyslíko-acetylenové svařování

<i>Skupina 4 – Tlakové metody svařování dle ČSN EN ISO 4063</i>		
41	Ultrazvukové svařování	
42	Třecí svařování	
	421	Třecí svařování s přímým pohonem
	422	Třecí svařování se setrvačником
43	Třecí svařování promíšením FSW	
44	Svařování velkou mechanickou energií	
45	Difúzní svařování	
47	Tlakové svařování s plamenovým ohřevem	
48	Tlakové svařování za studena	
49	Tlakové svařování za horka	

Rozdělení metod svařování dle ČSN EN ISO 4063

<i>Skupina 5 – Svařování svazkem paprsků dle ČSN EN ISO 4063</i>		
51	Elektronové svařování	
52	Laserové svařování	
	521	Svařování pevnolátkovým laserem
	522	Svařování plynovým laserem
	523	Svařování diodovým laserem

<i>Skupina 7 – Ostatní způsoby svařování dle ČSN EN ISO 4063</i>		
71	Aluminotermické svařování	
72	Elektrostruskové svařování	
73	Elektroplynové svařování	
74	Indukční svařování	
75	Svařování světelným zářením	
78	Přivařování svorníků obloukem	

Rozdělení metod svařování dle ČSN EN ISO 4063

<i>Skupina 8 – Řezání a drážkování dle ČSN EN ISO 4063</i>	
81	Řezání kyslíkem
82	Řezání elektrickým obloukem
83	Plazmové řezání
84	Laserové řezání
86	Drážkování plamenem
87	Drážkování elektrickým obloukem
88	Plazmové drážkování
<i>Skupina 9 – Pájení tvrdé, měkké a do úkosu dle ČSN EN ISO 4063</i>	
91	Tvrdé pájení s místním ohřevem
92	Tvrdé pájení s celkovým ohřevem
93	Ostatní způsoby tvrdého pájení
94	Měkké pájení s místním ohřevem
95	Měkké pájení s celkovým ohřevem
96	Ostatní způsoby měkkého pájení
97	Pájení do úkosu

Definice svařování, rozdělení metod

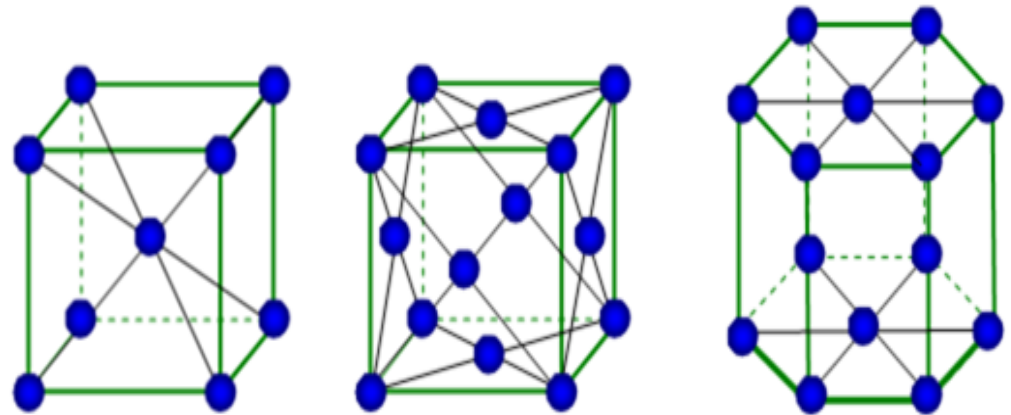
ČSN 05 0000 - ZVÁRANIE KOVOV – Základné pojmy

„Metalurgický proces, při kterém se vytvářejí nerozebíratelná spojení prostřednictvím meziatomových vazeb mezi svařovanými částmi přímo, nebo prostřednictvím přídavného materiálu při jejich ohřevu nebo plastické deformaci.“

ČSN EN 14610 - Svařování a příbuzné procesy – Definice metod svařování kovů

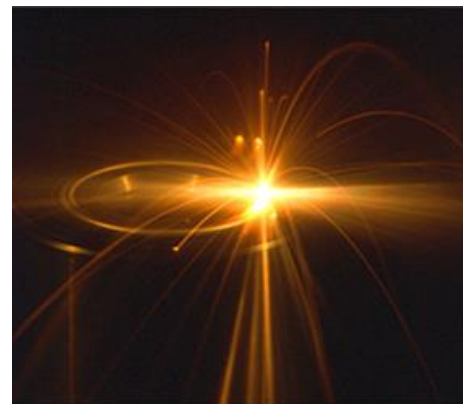
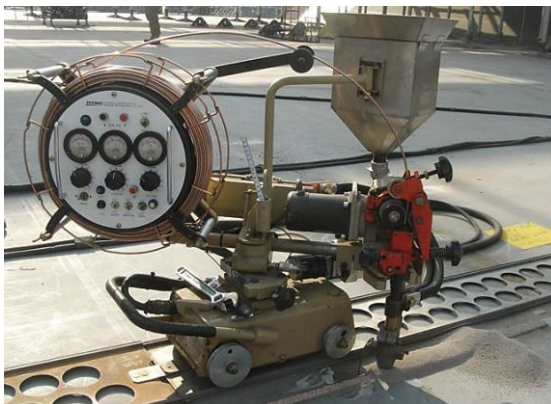
„Svařování je pracovní postup, při kterém se spojují kovy působením tepla nebo tlaku/síly nebo obou a to takovým způsobem, že zůstává zachována podstata spojovaných kovů.“

- ❖ Svařování s využitím tepla
- ❖ Svařování s využitím tepla a tlaku
- ❖ Svařování s využitím tlaku

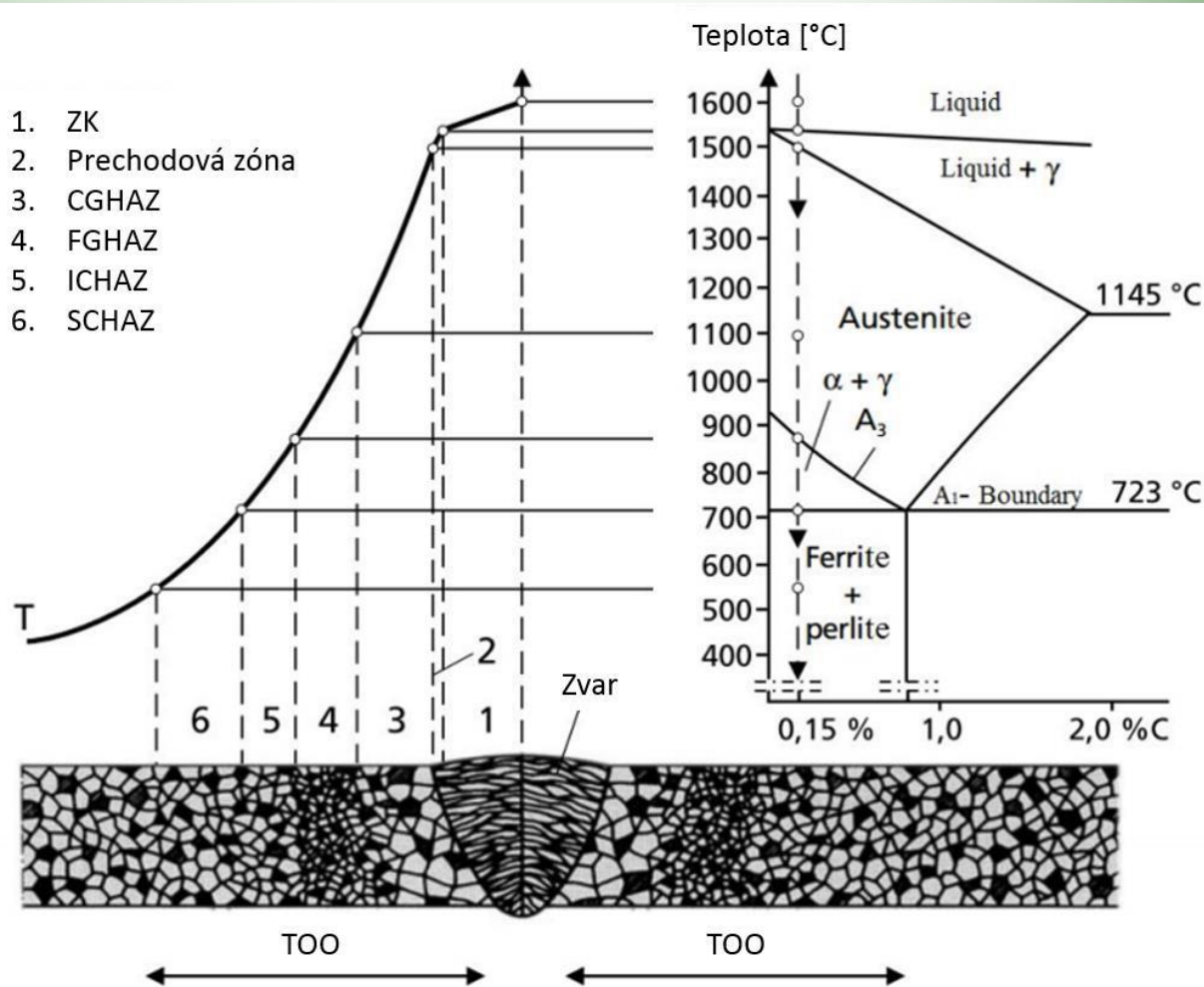


Svařování s využitím tepla

- Ke spojení dochází bez působení vnějších sil, pouze místním natavením základního materiálu.
- Svar vzniká krystalizací, podmínky závisí na použité metodě a procesních parametrech.
- Meziatomové vzdálenosti je dosaženo dostatečnou tekutostí roztaveného kovu a smáčivostí spojovaných hran.
- Strukturní heterogenita, rozdílné mechanické vlastnosti svaru.



Změny k nimž dochází v TOO při svařování

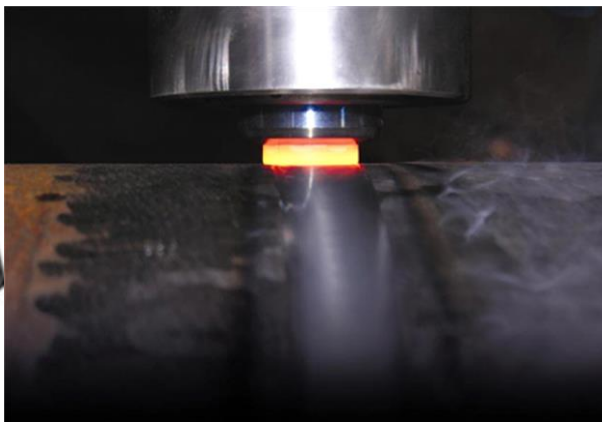
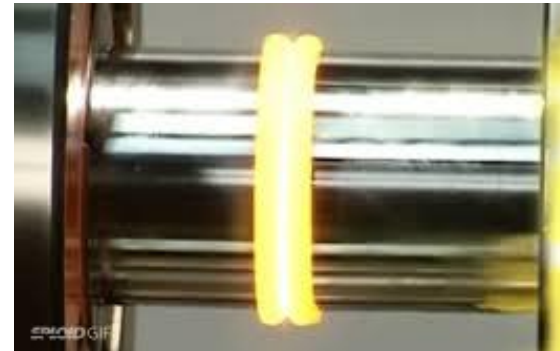
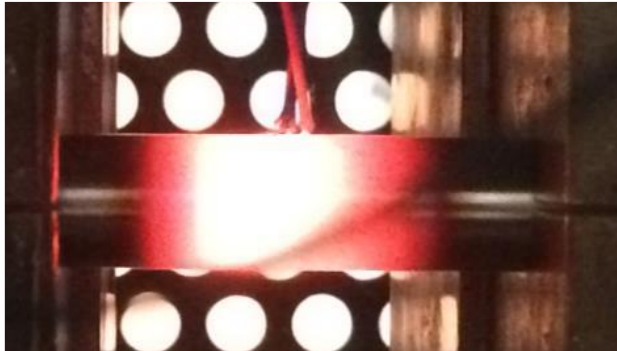
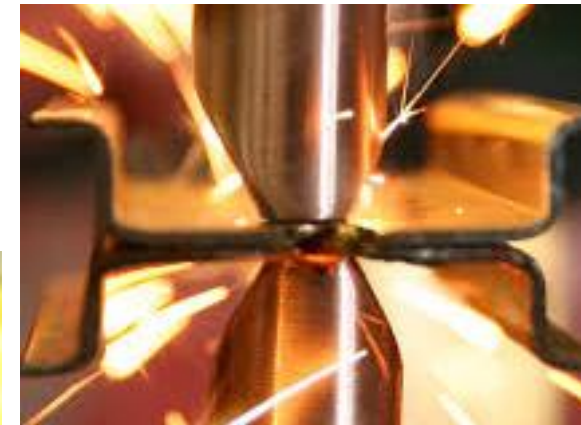


Mechanické vlastnosti ve svaru lze ovlivnit (legury), ale v TOO je nelze ovlivnit, proto je snaha o co nejmenší TOO

TOO lze rozdělit na čtyři hlavní zóny: Podhousenková oblast (**CGHAZ** - coarse grained heat-affected zone), oblast normalizace (**FGHAZ** - fine grains heat-affected zone), oblast částečné překrytalizace (**ICHAZ** - inter-critical or partially transformed heat-affected zone) a vyžíhaná oblast (**SCHAZ** - sub-critical alebo annealed heat-affected zone)

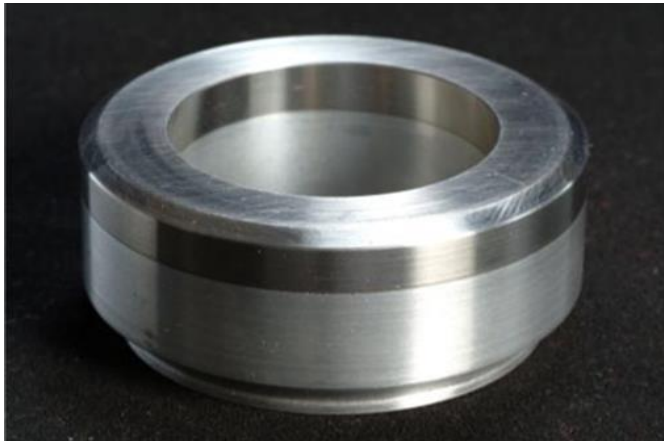
Svařování s využitím tepla a tlaku

- Ke spojení dochází kombinací obou uvedených veličin.
- Materiál je zpravidla ohřát na teploty odpovídající rozmezí od 0,7 teploty tavení do teploty likvidu.
- Operační teploty by měly dostatečně snížit přetvárný odpor, ale zároveň by neměly příliš degradovat svařovaný materiál.
- Aplikován dostatečný tlak, umožňující přiblížit materiály na meziatomové vzdálenosti.
- Typickým představitelem je kovářské svařování, nejvyužívanější je svařování elektrickým odporem.



Svařování s využitím tlaku

- Spojení je realizováno díky vysokým tlakům 10^2 až 10^3 MPa
- Deformace v místě svařování závisí na použité metodě svařování a pohybují se od 30 do 80%
- Hlavními představiteli jsou technologie svařování tlakem za studena a svařování výbuchem
- Vhodné pro tvárné mat. (Al, Cu, Ni, Pb, Au, Ag, Pt, Pd, oceli)
- Výhoda: není tu TOO



Možnosti a aplikace procesu svařování

- Pomocí svařování lze spojovat i dělit kovové i nekovové materiály (sklo, keramika, plasty a omezeně také kompozitní materiály).
- V současnosti nejvyužívanější technologie způsobu tvorby nerozebíratelných spojů.
- Možnost tvorby homogenních i heterogenních spojů s vysokými nároky na pevnostní vlastnosti.
- Vhodné pro téměř všechny průmyslové aplikace a většinu materiálů v nich využívaných.
- Použitelné ve většině prostředí.
- Ekonomické zejména při výrobě velkých konstrukčních celků.
- Využitelné při výrobě nových výrobků, i při opravách a renovacích.

