



Ocele pre prácu za tepla sú podľa normy **EN ISO 4957** definované ako: legované ocele pre účely použitia, pri ktorých teplota povrchu všeobecne leží nad 200 °C. Počas nasadenia prichádza nástroj krátkodobovo do kontaktu s horúcim materiálom, ktorého teplota leží vysoko nad 200 °C. Dochádza k tepelnému cyklickému namáhaniu s prídruženým namáhaním v dôsledku zmeny teploty.

**Böhler vyrába z ocelí pre prácu za tepla 3 kvality pre špeciálne aplikácie:**

**ISODISC®** Ocele vyrábané konvenčnou technológiou, špeciálne tepelne spracované

**ISOBLOC®** Ocele pre prácu za tepla v ESU resp. DESU – kvalite, špeciálne tepelne spracované

**VMR®** Ocele, ktoré minimálne v jednom kroku boli tavené alebo pretavované vo vákuu (Elektrotruskové tavenie alebo pretavovanie vo vákuu), špeciálne tepelne spracované

**ODPORUČANÉ MATERIÁLY – PROGRAM**

Böhler značka	Chemické zloženie v %								Normy			
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	Ostatné	DIN / EN	BS	AFNOR	STN
<b>BOHLER W300</b> <b>ISOBLOC®</b> <sup>1</sup>	0,38	1,10	0,40	5,00	1,30	-	0,40	-	< 1.2343 > X38CrMoV5-1	BH11	Z38CDV5	19 552
<b>BOHLER W302</b> <b>ISOBLOC®</b> <sup>1</sup>	0,39	1,10	0,40	5,20	1,40	-	0,95	-	< 1.2344 > X40CrMoV5-1	BH13	Z40CDV5	19 554
<b>BOHLER W303</b> <b>ISODISC®</b>	0,38	0,40	0,40	5,00	2,80	-	0,55	-	< 1.2367 > X38CrMoV5-3	-	-	-
<b>BOHLER W320</b> <b>ISODISC®</b>	0,31	0,30	0,35	2,90	2,80	-	0,50	-	< 1.2365 > 32CrMoV12-28 (X32CrMoV3-3)	BH10	32DCV28	19 541
<b>BOHLER W321</b> <b>ISODISC®</b>	0,39	0,30	0,35	2,90	2,80	-	0,65	Co = 2,90	~ 1.2885 ~ X32CrMoCoV3-3-3	BH10A	(30DCKV28)	-
<b>BOHLER W350</b> <b>ISOBLOC®</b>	0,38	0,20	0,55	5,00	1,75	-	0,55	+N	-	-	-	-
<b>BOHLER W360</b> <b>ISOBLOC®</b>	0,50	0,20	0,25	4,50	3,00	-	0,55	-	-	-	-	-
<b>BOHLER W400</b> <b>VMR®</b>	0,37	0,20	0,25	5,00	1,30	-	0,50	-	~ 1.2343 ~ X37CrMoV5-1	~ BH11	Z36CDV5 ~Z38CDV5	-
<b>BOHLER W403</b> <b>VMR®</b>	0,38	0,20	0,25	5,00	2,80	-	0,65	-	~ 1.2367 ~ X38CrMoV5-3	-	~Z38CDV5-3	-
<b>BOHLER W500</b>	0,55	0,25	0,75	1,10	0,50	1,70	0,10	-	< 1.2714 > 56NiCrMoV7 ~ 1.2711 ~ 54NiCrMoV6	~ 5 (BS224)	~55NCDV7	19 663
<b>BOHLER W720</b> <b>VMR®</b>	max. 0,005	max. 0,05	max. 0,10	-	5,00	18,50	-	Co = 9,00 Ti = 0,70 Al = 0,10	< 1.6354 > ~ 1.2709 ~ X3NiCoMoTi18-9-5	-	-	-

1 – dostupný v kvalite ISODISC a ISOBLOC

**RELATÍVNE POROVNANIE VLASTNOSTÍ OCELI PRE PRÁCU ZA TEPLA**

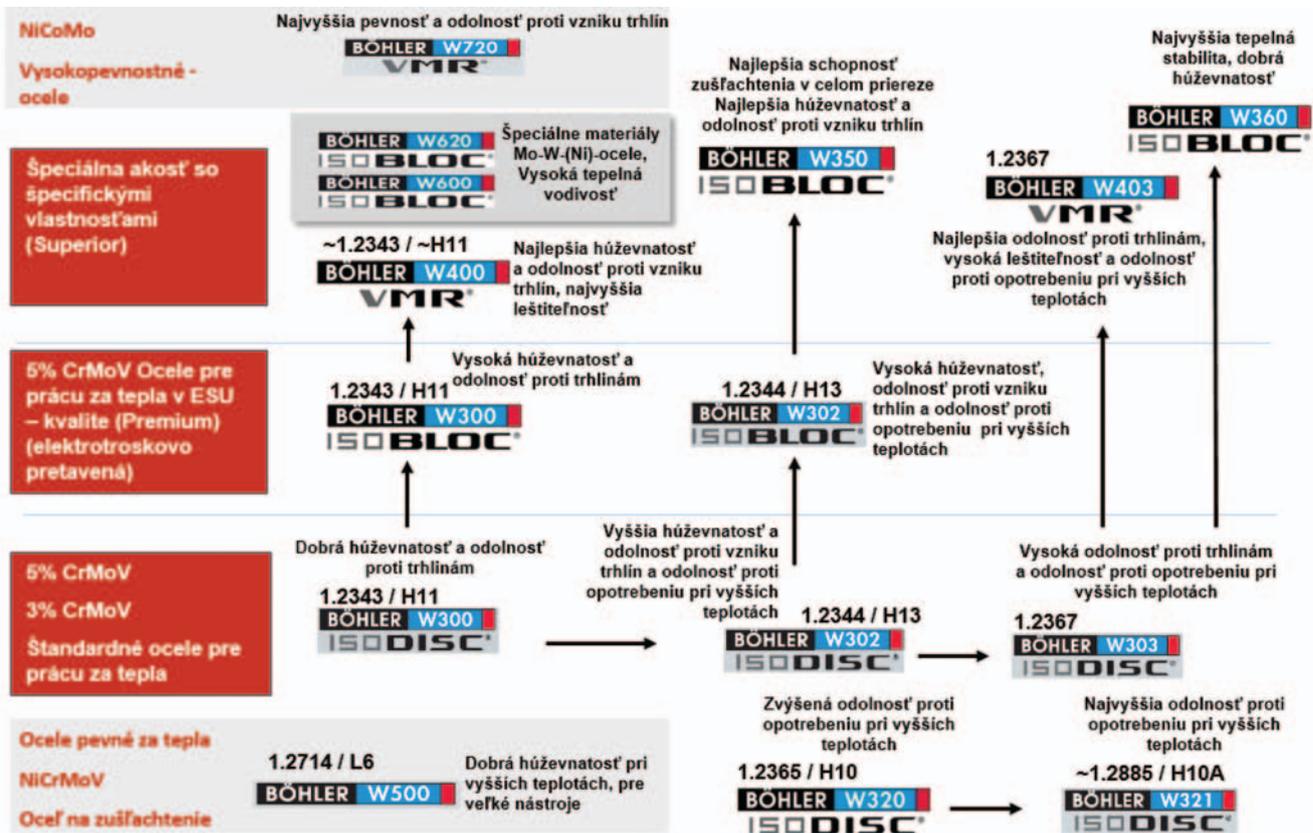
BÖHLER označenie	Pevnosť pri vyšších teplotách	Húževnatosť pri vyšších teplotách	Odolnosť proti opotrebovaniu pri vyšších teplotách	Obrábatelnosť
<b>BOHLER W300</b> <b>ISODISC®</b>	★★	★★★	★★	★★★★★
<b>BOHLER W300</b> <b>ISOBLOC®</b>	★★	★★★★	★★	★★★★★
<b>BOHLER W302</b> <b>ISODISC®</b>	★★★	★★★	★★★	★★★★★
<b>BOHLER W302</b> <b>ISOBLOC®</b>	★★★	★★★★	★★★	★★★★★
<b>BOHLER W303</b> <b>ISODISC®</b>	★★★★	★★★	★★★★	★★★★★
<b>BOHLER W320</b> <b>ISODISC®</b>	★★★	★★	★★★	★★★★★
<b>BOHLER W321</b> <b>ISODISC®</b>	★★★★	★★	★★★★	★★★★★
<b>BOHLER W350</b> <b>ISOBLOC®</b>	★★★	★★★★★	★★★	★★★★★
<b>BOHLER W360</b> <b>ISOBLOC®</b>	★★★★★	★★★★	★★★★★	★★★★★
<b>BOHLER W400</b> <b>VMR®</b>	★★	★★★★★	★★	★★★★
<b>BOHLER W403</b> <b>VMR®</b>	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
<b>BOHLER W500</b>	★	★★★	★	★★★
<b>BOHLER W720</b> <b>VMR®</b>	Martenziticky vytvrditeľná oceľ (teplota vytvrdzovania cca 480 °C); v tejto forme však nie je možné porovnanie vlastností s klasickými ocelami pre zušľachtenie.			



**DÔLEŽITÉ VLASTNOSTI OCELÍ PRE PRÁCU ZA TEPLA**

Vlastnosti	Definícia	Prínos
<b>Húževnatosť pri vyšších teplotách</b>	Odolnosť materiálu proti tvorbe a šíreniu trhlín. Pri oceliach pre prácu za tepla húževnatosť stúpa s teplotou.	Obzvlášť pri nástrojoch s hlbokými dutinami na prechodoch priemerov a hranách sa môžu vyvolať vysoké mechanické napätia, ktoré vedú k trhlinám pri vyšších teplotách. Zvýšenie húževnatosti redukuje nebezpečenstvo tvorby trhlín a tvorí výrazný podiel odolnosti proti vzniku únavových trhlín.
<b>Pevnosť pri vyšších teplotách</b>	Schopnosť materiálov odolávať mechanickým namáhaniam bez plastickej deformácie. Keď sa z dôvodu vnesenia tepla zmení stav štruktúry, pevnosť pri izbovej teplote a následne aj pri pracovnej teplote bude znížená.	Pri dostatočnej pevnosti aj pri vyšších teplotách sa zvyšuje bezpečnosť proti vzniku deformácii nástroja.
<b>Odolnosť proti popusteniu</b>	Odolnosť materiálu proti zmäknutiu (popusteniu) pri zvýšených teplotách.	Pri dostatočnej odolnosti proti popusteniu je zaručená dostatočná pracovná tvrdosť aj pri vyšších teplotách.
<b>Odolnosť proti opotrebovaniu pri vyšších teplotách</b>	Odolnosť materiálu proti oddeľovaniu a premiestňovaniu častí materiálu v dôsledku mechanických účinkov.	Pri dostatočnej odolnosti proti opotrebeniu bude znížené nebezpečenstvo vzniku erózie.
<b>Odolnosť proti zmenám teploty (odolnosť proti tepelnému šoku)</b>	Schopnosť materiálov znášať cyklické namáhanie vyvolané zmenou teploty.	Pri dostatočnej odolnosti proti tepelnému šoku je tvorba sieťových únavových trhlín na povrchu z dôvodu zmeny teploty spomalená.
<b>Tepelná vodivosť</b>	Rýchlosť, ktorou sa šíri cez materiál ohriatie nejakého bodu.	Cez vysokú tepelnú vodivosť sa znižuje teplotný gradient, ktorý vedie k pnutiam. Okrem toho sa škodiaca teplota odvádza preč z povrchu a dochádza k redukcii deformácií, napätových a únavových trhlín.

**Orientačná schéma pre správny výber Böehler ocelí pre prácu za tepla**





## ODLIEVANIE POD TLAKOM

### Spracovanie, zaobchádzanie a údržba foriem pre najlepšiu kvalitu odliatkov odlievaných pod tlakom

#### Predohrev

Aby sme znížili rázové tepelné namáhanie v dôsledku pôsobenia horúceho kovu a taktiež aby sme znížili tvorbu únavových trhlín, musíme vzhľadom na teplotu tavenia spracovávaného materiálu vhodne a dôkladne ohriať formu.

Zvyčajne platia nasledovné orientačné hodnoty:  
pre zliatiny s nízkym bodom tavenia 150–200 °C  
pre ľahké kovy 250–300 °C  
pre zliatiny s vysokým bodom tavenia 300–350 °C.

Predohrev foriem musí byť realizovaný pomaly a s dôrazom na vyrovnanie teplôt na povrchu a v strede formy.

#### Chladienie

Pri veľkých formách, predovšetkým pri spracovaní zliatin s vysokým bodom tavenia, je nutné teplo odvieť vhodným chladiením, aby teplota formy príliš nestúpila. Množstvo chladiacej kvapaliny vzhľadom na metódu má byť nastavené tak, aby teplota formy (zvolená teplota predohrevu) zostala približne konštantná.

Pri prerušeníach práce, pri veľkých prestávkach atď. je chladienie odstavené. Nástroj musí byť napriek tomu udržiavaný na teplote alebo musí byť pomaly ochladzovaný, aby sme zabránili vzniku napätových trhlín. Nesmie nastať príliš rýchle ochladzovanie. Formy musia byť priebežne čistené, aby sme sa vyvarovali poškodeniam formy na odlievanie pod tlakom.

#### Uvoľňovanie pnutí a znižovanie nalepovania

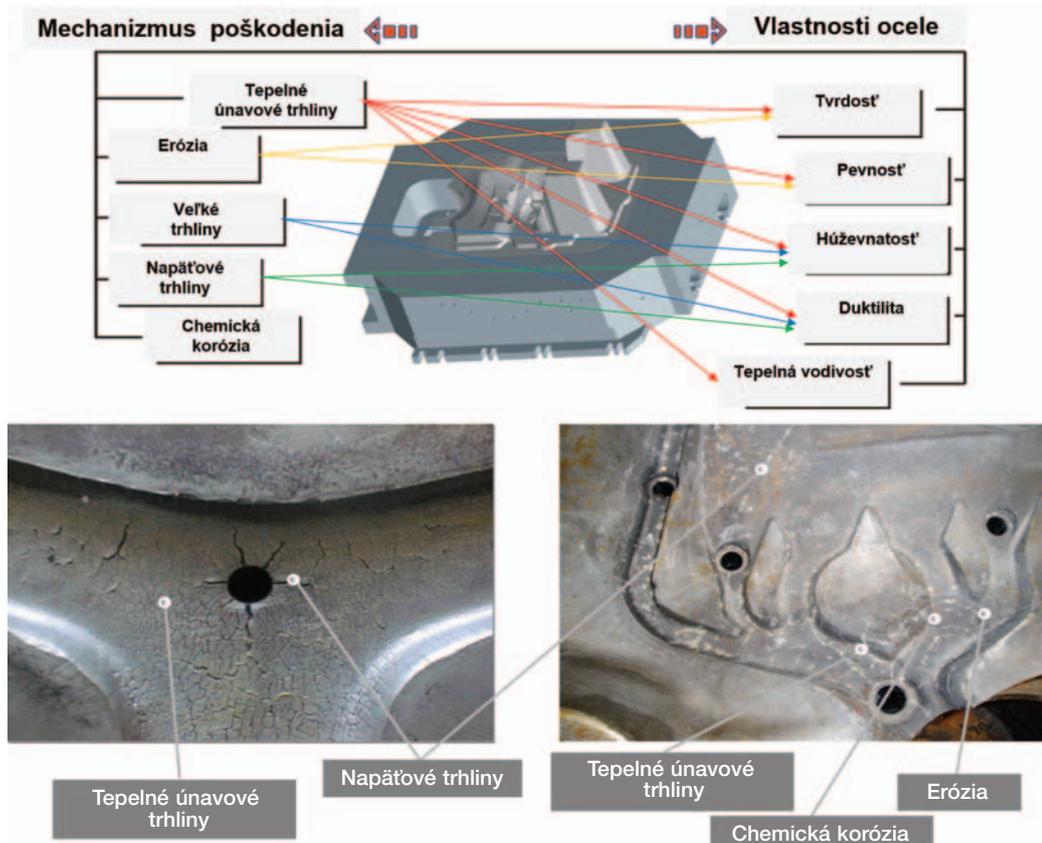
Pre zvýšenie životnosti foriem je dôležité pri plánovaných údržbách foriem zároveň realizovať tepelné spracovanie na zníženie pnutí, ktoré sa kumulujú v materiáli z dôvodu cyklických zmien teplôt.

Tepelné spracovanie na zníženie pnutí spočíva vo viac-hodinovom udržiavaní teploty, ktorá leží cca 30 až 50 °C pod najvyššou použitou teplotou popúšťania, s následným ochladením v peci. Prvé tepelné spracovanie na zníženie pnutí odporúčame realizovať po prvých 1000 až 5000 cykloch. Ďalšie sa realizujú vždy po 1/5 očakávanej životnosti.

Zároveň aj pri formách, ktoré budú dlhšie mimo prevádzky, je dôležité formy vyčistiť a realizovať tepelné spracovanie na zníženie pnutí pred zaskladnením.

Pri výrobe častí tlakovej formy sa má usilovať, podľa možnosti o hladký (leštený) povrch, pretože cez vyššiu kvalitu povrchu možno dosiahnuť vyšší počet cyklov. Zároveň sa odporúča nepoužívať formy s kovovým leskom ale s oxidickou vrstvou vzniknutou pri popúšťaní, tým sa znižuje náchylnosť k nalepovaniu. Tepelné spracovanie povrchu, ako napr. nitridovanie zlepšuje odolnosť proti opotrebeniu a znižuje tiež náchylnosť k nalepovaniu. Podľa skúseností sa najlepšie osvedčila nitridačná vrstva cca. 0,05 mm. Nalepovanie odliatkov vo forme možno zároveň podstatne znížiť používaním nástrekov (odformovacie zmesi).

### Mechanizmy poškodzovania foriem pre tlakové liatie a z toho vyplývajúce vlastnosti na materiál





**Podiel jednotlivých druhov poškodenia pri tlakovom liatí**



**Voľba nástrojovej ocele pre formy na tlakové liatie**

Cieľom pri voľbe nástrojovej ocele pre tlakové liatie je získať požadovanú kvalitu odliatkov pri optimálnych nákladoch.

Kvalita ocelí je závislá od chemického zloženia technológií tavenia a pretavovania a od tepelného spracovania.

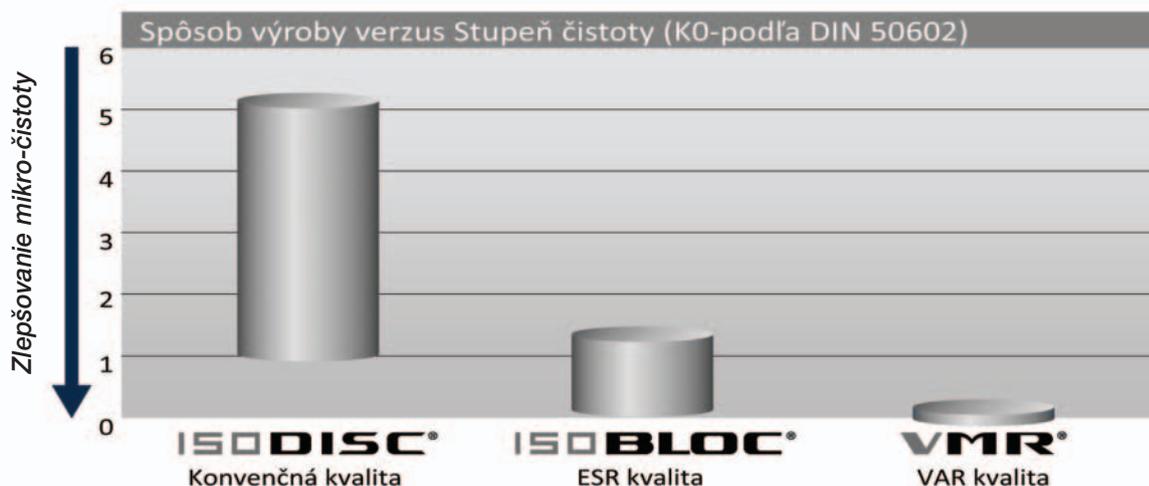
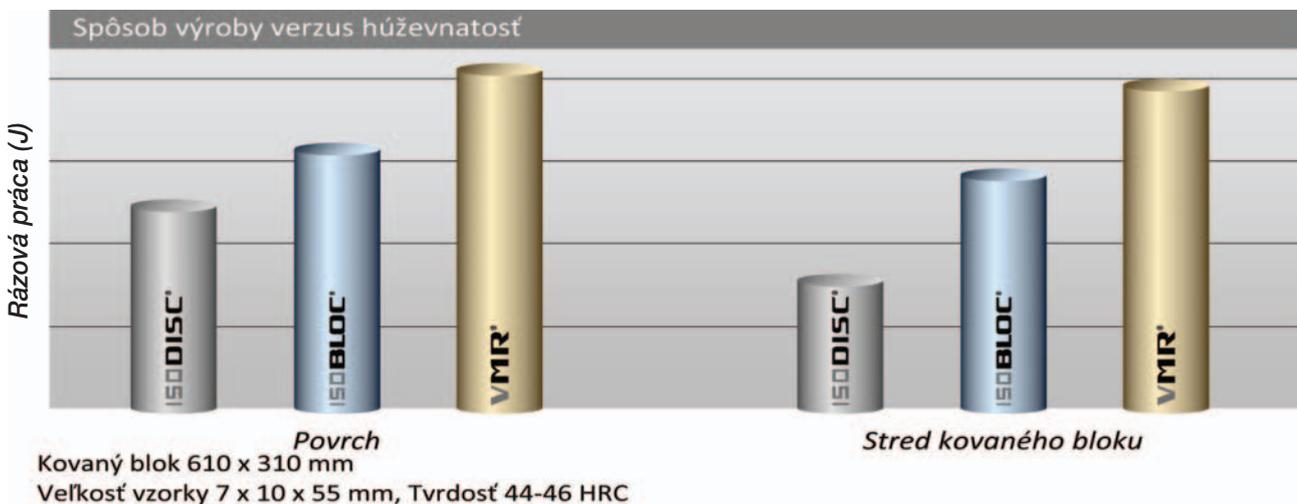
Böhler disponuje najmodernejšími taviacimi, pretavovacími a výrobnými zariadeniami a tým môže ponúknuť svojim zákazníkom riešenia na mieru.

Cez skúsenosti a permanentný výskum sa ocele pre prácu za tepla stále zlepšujú s ohľadom na:

- **homogenitu**
- **stupeň čistoty**
- **húževnatosť**
- **pracovnú tvrdosť**

Táto optimalizácia materiálu garantuje:

- **vysokú odolnosť proti vzniku únavových trhlín**
- **zníženie opotrebenia pri vyšších teplotách**
- **vysokú pevnosť pri vyšších teplotách**
- **vysoké pracovné tvrdosti**  
a k tomu
- **dlhšiu životnosť nástroja**



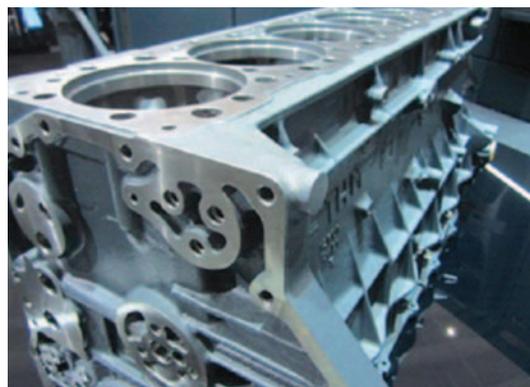


**Požiadavky na vlastnosti ocelí pre činné časti foriem pre odlievanie pod tlakom**

Profil vlastností	Odlievacia komora	Odlievací piest	Forma	Jadro
Odolnosť proti opotrebeniu	★★★★	★★	★★★	★★★
Odolnosť proti popusteniu	★★★	★★	★★★	★★★★★
Pevnosť pri vyšších teplotách	★★	★	★★★	★★★
Odolnosť proti únavovým trhlinám	★★	★	★★★★★	★★★★★
Húževnatosť pri vyšších teplotách	★★	★★	★★★★★	★★★

**Voľba nástrojovej ocele a odporúčané tvrdosti pre činné časti foriem**

Názov časti formy	Spracovávaná zliatina	Böhler značka	Odporúčaná tvrdosť
Odlievacia komora	Al-Mg	W300, W400, W302, W303, W403, W350	44–48 HRC
		W360	50–56 HRC
	Cu	W320, W321, W303, W403	40–44 HRC
		W360	48–52 HRC
Odlievací piest	Al-Mg	W300, W400, W302, W350	42–46 HRC
	Cu	W320, W321	38–43 HRC
		W360	48–52 HRC
Formy a vložky foriem	Zn-Sn-Pb	W300, W400, W302	44–48 HRC
	Al-Mg	W300, W400, W302, W303, W403, W350	44–48 HRC
	Al	W720	00–55 HRC
	Cu	W320, W321, W303, W403	40–44 HRC
		W360	48–52 HRC
Jadrá, posúvač, jadrá posúvača	Al, Mg	W300, W400, W302, W303, W403, W350	44–48 HRC
		W360	50–56 HRC
	Cu	W320, W321, W303, W403	40–44 HRC
		W360	48–52 HRC
Rámy foriem	–	M200/M238	cca. 1000 MPa
Oporná doska vyhadzovača	–	K945	650 MPa
Vyhadzovač	–	W302	43–50 HRC
		W360	50–56 HRC

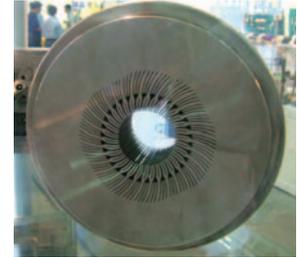




**PRETLÁČANIE ZA TEPLA**

**Požiadavky na vlastnosti ocelí pre činné časti nástroja pre pretláčanie za tepla**

Profil vlastností	Plášť (kontajner)	Medzipuzdro	Vnútorné puzdro	Tŕň (piest)
Odolnosť proti opotrebeniu	★	★	★★★★	★★
Tvrdosť pri vyšších teplotách	★★★	★★★	★★★★	★★★★
Pevnosť pri vyšších teplotách	★★★	★★★★	★★★★	★★★
Odolnosť proti tečeniu	★★★★★	★★★★★	★★★	★
Odolnosť proti únavovým trhlinám	★	★	★★★★	★
Odolnosť proti tlakovému namáhaniu	★	★★★	★★	★★★★★
Húževnatosť pri vyšších teplotách	★★★	★	★★★	★★



**Voľba nástrojovej ocele pre nástroje pre technológiu pretláčania za tepla**

**Pre zliatiny ľahkých kovov a ocele**

Nástroj alebo komponent	Použitie/aplikácia	Böhler značka	Orientačná prac. tvrdosť v HRC
Mostíkové, komorové, hviezdicové nástroje a vložky pre hore uvedené nástroje	Pre tyče, profily a špeciálne profily, taktiež rúry pri štandardnom namáhaní	BÖHLER W300	1
		BÖHLER W302	1
	Špeciálne profily a rúry pri vysokom namáhaní	BÖHLER W320	1
		BÖHLER W310	1
Tŕň	Pre tŕne	BÖHLER W300	1
		BÖHLER W302	1
		BÖHLER W303	1,2
Lisovací a čistiaci kotúč	Všeobecné použitie	BÖHLER W302	1
		BÖHLER W303	1,3
		BÖHLER W310	1
Vnútorné puzdro	Štandardné namáhanie	BÖHLER W300	1
	Vysoké namáhanie	BÖHLER W302	1
Medzipuzdro	Štandardné namáhanie	BÖHLER W326	1
	Vysoké namáhanie	BÖHLER W300	1
Plášť	Štandardné namáhanie	BÖHLER W326	1
	Vysoké namáhanie	BÖHLER W300	1
Tŕň		BÖHLER W300	1
		BÖHLER W302	1
		BÖHLER W303	1
		BÖHLER W720	1
Lisovací tŕň (piest)		BÖHLER W300	1
		BÖHLER W302	1
		BÖHLER W720	1
Držiak matrice		BÖHLER W300	1
		BÖHLER W303	1
		BÖHLER W326	1,2
Podložka matrice		BÖHLER W300	1
		BÖHLER W303	1
		BÖHLER W326	1
Prítlačný krúžok, prítlačná doska		BÖHLER W326	1
Držiak nástroja, zásobník		BÖHLER W326	1
Držiak tŕňa		BÖHLER W326	1
		BÖHLER W300	1
Uzatvárací tŕň		BÖHLER W302	1
		BÖHLER W303	1

\* Akosť nie je štandardne vyrábaná, v prípade požiadavky je potrebné preveriť súčasné možnosti príp. dopytovať min. množstvo z novej výroby.  
 Pozn.: Tvrdosť bola prepočítavaná a zaokrúhľená z HB podľa DIN 50 150  
 1 – materiál možno použiť aj na pretláčanie ocele za tepla  
 2 – pre pretláčanie ocele za tepla môže byť použitý aj materiál W360 (52–57 HRC)  
 3 – pre pretláčanie ocele za tepla môže byť použitý aj materiál W320 (44–49 HRC)

**Pre zliatiny ťažkých kovov**

Nástroj alebo komponent	Použitie/aplikácia	Böhler značka	Orientačná prac. tvrdosť v HRC
Mostíkové, komorové hviezdicové nástroje a vložky pre hore uvedené nástroje	Pre tyče, profily pri štandardnom namáhaní	BÖHLER W321	45–48
		BÖHLER W324	45–50
	Pre profily, rúry a drôty pri vysokom namáhaní	BÖHLER W700	41–44
		BÖHLER W324	45–48
Tŕň	Pri ochladzovaní vodou	BÖHLER L718	41–44
		BÖHLER W302	46–49
		BÖHLER W303	44–46
		BÖHLER W360	52–55
Lisovací a čistiaci kotúč	Pri štandardnom namáhaní a pri ochladzovaní vodou	BÖHLER W302	46–48
		BÖHLER W303	46–49
	Pri vysokom namáhaní a pri ochladzovaní vodou	BÖHLER W321	46–49
		BÖHLER W324	48–50
Vnútorné puzdro	Štandardné namáhanie	BÖHLER W750	32–40
		BÖHLER L718	41–44
	Vysoké namáhanie	BÖHLER W324	41–45
		BÖHLER W750	~34
Medzipuzdro	Štandardné namáhanie	BÖHLER W300	37–42
	Vysoké namáhanie	BÖHLER L901	34–40
		BÖHLER W326	37–42
Plášť	Štandardné namáhanie	BÖHLER W300	37–42
		BÖHLER W303	41–46
		BÖHLER W326	33–38
Tŕň		BÖHLER W300	35–40
		BÖHLER W302	47–52
		BÖHLER W303	47–52
Lisovací tŕň (piest)		BÖHLER W300	47–52
		BÖHLER W302	47–52
		BÖHLER W303	47–52
Držiak matrice		BÖHLER W300	52–57
		BÖHLER W303	52–57
		BÖHLER W326	52–57
Podložka matrice		BÖHLER W300	38–46
		BÖHLER W303	38–46
		BÖHLER W326	38–46
Prítlačný krúžok, prítlačná doska, hlava		BÖHLER W300	38–46
		BÖHLER W303	38–46
		BÖHLER W326	38–46
Držiak nástroja, zásobník		BÖHLER W300	35–44
		BÖHLER W303	35–44
		BÖHLER W326	35–44
Uzatvárací tŕň		BÖHLER W302	46–50
		BÖHLER W303	46–50
		BÖHLER W303	46–50

\* Akosť nie je štandardne vyrábaná, v prípade požiadavky je potrebné preveriť súčasné možnosti príp. dopytovať min. množstvo z novej výroby.  
 Pozn.: Tvrdosť bola prepočítavaná a zaokrúhľená z HB podľa DIN 50 150



## KOVANIE

Kovanie je beztrieskové tvárnenie kovov medzi dvoma nástrojmi. Voľba nástrojových ocelí sa riadi v prvom rade podľa použitého procesu kovania.

### Zápustkové kovanie

Kovanie v zápustke sa uskutočňuje prostredníctvom úderov buchára alebo vysokého tlaku kovacieho lisu, prípadne kovacieho zariadenia.

Pri kovaní v buchare je kovaný kus len krátko v kontakte so zápustkou. Preto je zápustka menej tepelne namáhaná. Pri tomto procese však dominuje mechanické namáhanie. Je teda veľmi dôležité, aby používaná oceľ pre prácu za tepla disponovala dobrou húževnatosťou.

Naproti tomu pri kovaní pod lisom kontakt kovaného materiálu so zápustkou je dlhší, čím dochádza k vysokému tepelnému namáhaniu nástroja. Preto sú tu nasadzované ocele pre prácu za tepla legované Cr a Mo, ktoré majú vysokú odolnosť proti popusteniu, vysokú pevnosť a odolnosť proti opotrebeniu pri vyšších teplotách a zároveň vysokú húževnatosť pri vyšších teplotách.

### Rýchlokovanie

Plnoautomatické viacstupňové lisy sú kovacie zariadenia, ktoré vyrábajú najnáročnejšie tvary z materiálov, ktoré sú ťažko tvárniteľné vo viacerých stupňoch tvárnenia. S týmito zariadeniami sa vyrábajú najčastejšie rotačné symetrické diely. Ohrev polotovaru, vedenie, obstrihovanie, tvárnenie je plne automatické.

## Kovanie za polohrevu

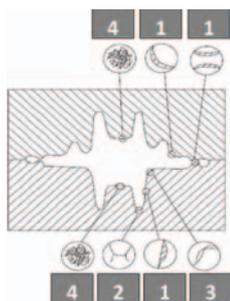
Pod týmto označením sa rozumie proces tvárnenia, v ktorom je kus tak dlho predhrievaný, až kým nastane za daných podmienok trvalé deformačné spevnenie. To znamená, že materiál je tvárnený pod teplotou rekryštalizácie. Niekedy sa používajú aj teploty nad teplotou rekryštalizácie. V praxi týmto rozumieme tvárnenie ocelí v teplotnom rozsahu od 650 do cca. 950 °C. Tieto rozsahy teplôt ležia podstatne nižšie pod teplotami konvenčného kovania 1100–1250 °C.



Voľba procesu kovania

	Kovanie za tepla	Kovanie za polohrevu	Pretláčanie za studena
Teplota procesu	> 950 °C	650–950 °C	< 200 °C
Tvar	ľubovoľný	rotačný symetricky	najčastejšie rotačný symetricky
Tvárnenný materiál	ľubovoľný	ľubovoľný	nízkolegované ocele (C < 0,45 %)
Dosahované tolerancie	IT12–IT16	IT9–IT12	IT7–IT11
Dosahovaná povrchová kvalita R	> 100 μm	< 50 μm	< 10 μm
Hospodárne množstvo série	> 500 kusov	> 10 000 kusov	> 3 000 kusov
Materiál nástroja	oceľ pre prácu za tepla	oceľ pre prácu za tepla, rýchlorezná oceľ	oceľ pre prácu za studena, rýchlorezná oceľ
Životnosť nástroja	5 000–10 000 kusov	10 000–20 000 kusov	20 000–30 000 kusov
Využitie materiálu	60–80 %	~ 85 %	85–90 %

### Mechanizmy poškodzovania nástrojov pri kovaní a z toho vyplývajúce vlastnosti na materiál



#### Mechanizmus poškodenia → Opatrenia

- |                         |   |                                   |
|-------------------------|---|-----------------------------------|
| 1) Opatrenie            | → | Tvrdosť ▲, Podiel tvrdej fázy ▲   |
| 2) Mechanická únava     | → | Húževnatosť ▲, Pevnosť ▲          |
| 3) Plastická deformácia | → | Pevnosť ▲                         |
| 4) Tepelná únava        | → | Stabilita pri vyšších teplotách ▲ |

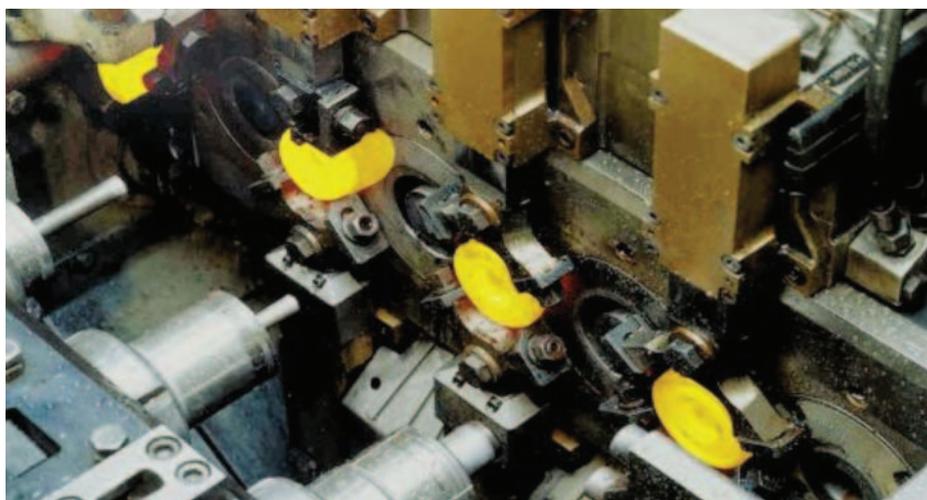
### Požiadavky na vlastnosti ocelí pre jednotlivé druhy kovania

Profil vlastností	Zápustkové kovanie pod buchárom	Zápustkové kovanie pod lisom	Kovanie za polohrevu
Odolnosť proti opotrebeniu	★★★★★	★★★★★	★★★★★
Odolnosť proti popúšťaniu	★★	★★★★	★★★
Pevnosť pri vyšších teplotách	★★★	★★★	★★★★★
Odolnosť proti únavovým trhlinám	★	★★	★
Húževnatosť pri vyšších teplotách	★★★★	★★★	★★



Voľba nástrojovej ocele a odporúčané tvrdosti pre kovací nástroje

Druh kovacího stroja	Nástroj	Böhler značka	Orientačná hodnota tvrdosti v HRC	
Rýchlokovací stroj, kovanie za polohrevu	Zápustka	<b>BOHLER W302</b>	46-52	
		<b>BOHLER W320</b>	46-52	
		<b>BOHLER W321</b>	46-52	
		<b>BOHLER W303</b>	46-52	
		<b>BOHLER W360</b> <b>ISO BLOC</b>	50-57	
		<b>BOHLER W403</b> <b>VMR</b>	46-52	
Lis	Zápustka	<b>BOHLER W300</b>	41-52	
		<b>BOHLER W302</b>	41-52	
		<b>BOHLER W320</b>	41-52	
		<b>BOHLER W303</b>	41-52	
		<b>BOHLER W360</b> <b>ISO BLOC</b>	50-56	
		<b>BOHLER W400</b> <b>VMR</b>	41-52	
		<b>BOHLER W403</b> <b>VMR</b>	41-52	
		<b>BOHLER W500</b>	38-52	
		Zápustková vložka	<b>BOHLER W300</b>	41-52
			<b>BOHLER W302</b>	41-52
	<b>BOHLER W320</b>		41-52	
	<b>BOHLER W303</b>		41-52	
	<b>BOHLER W360</b> <b>ISO BLOC</b>		50-56	
	<b>BOHLER W400</b> <b>VMR</b>		41-52	
	<b>BOHLER W403</b> <b>VMR</b>		41-52	
	<b>BOHLER W500</b>		38-52	
	Buchar	Zápustka	<b>BOHLER W300</b>	38-52
			<b>BOHLER W500</b>	38-52
Zápustková vložka		<b>BOHLER W300</b>	41-52	
		<b>BOHLER W302</b>	41-52	
		<b>BOHLER W303</b>	41-52	
		<b>BOHLER W360</b> <b>ISO BLOC</b>	50-56	
		<b>BOHLER W400</b> <b>VMR</b>	41-52	
		<b>BOHLER W403</b> <b>VMR</b>	41-52	
		<b>BOHLER W500</b>	38-52	





## LISOVANIE PLECHOV ZA TEPLA

Moderné koncepty dopravných prostriedkov vyžadujú úsporu hmotnosti, pre zvýšenie rýchlosti, zlepšenie hospodárnosti a energetickej účinnosti a zároveň sa od dopravných prostriedkoch vyžadujú vysoké bezpečnostné štandardy. To vedie k používaniu tenších a zároveň ešte pevnejších plechov. Jedným z procesov pre tvarovanie takýchto plechov je **lisovanie plechov za tepla**.

Lisovanie plechov za tepla je proces výroby súčiastok z vysokopevných a super-pevných plechov (22MnB5 a pod.). Vysoká pevnosť súčiastok sa získava martenzitickou transformáciou počas kalenia v chladenom nástroji. Používajú sa dva procesy. **Nepriame lisovanie plechov a priame lisovanie plechov.**

### Nepriame lisovanie plechov za tepla

Pri nepriamom lisovaní plechov za tepla je plech tvárnený v mäkkom stave za studena, ďalej zohriaty na austenitizačnú teplotu a následne zakalený v chladenom nástroji.



### Priame lisovanie plechov za tepla

Pri priamom lisovaní plechov za tepla prebieha tvárnenie a kalenie, po zohriati na austenitizačnú teplotu, v jednom kroku. Po kalení sú súčiastky strihané do konečného tvaru.



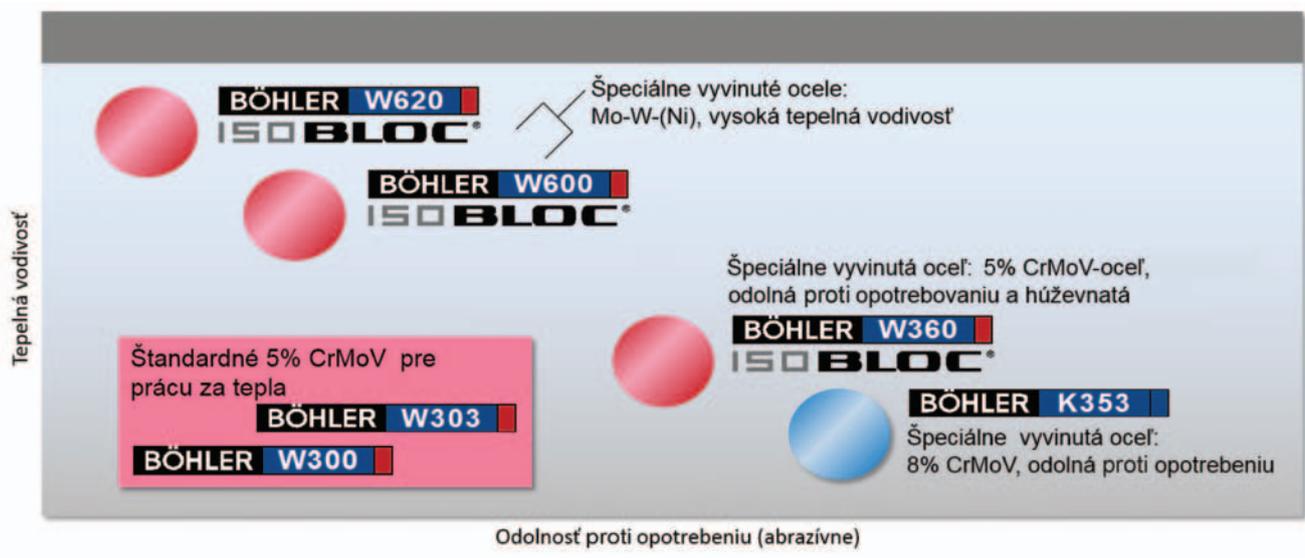
Požiadavky na nástrojové ocele pre lisovanie plechov za tepla sú:

- Dostatočná pevnosť v tlaku
- Tvrdosť do 42–60 HRC (záleží od procesu)
- Dostatočná odolnosť voči opotrebeniu (abrazívne, adhezívne)
- Vysoká tepelná vodivosť (krátky čas cyklu)
- Jednoduché tepelné spracovanie (vo vákuu)
- Dobrá zvarateľnosť (opravy zvaraním)





## Koncept ocelí BÖHLER pre lisovanie plechov za tepla



Nepriame lisovanie plechov za tepla, najvyššia tepelná vodivosť, najkratší čas cyklu



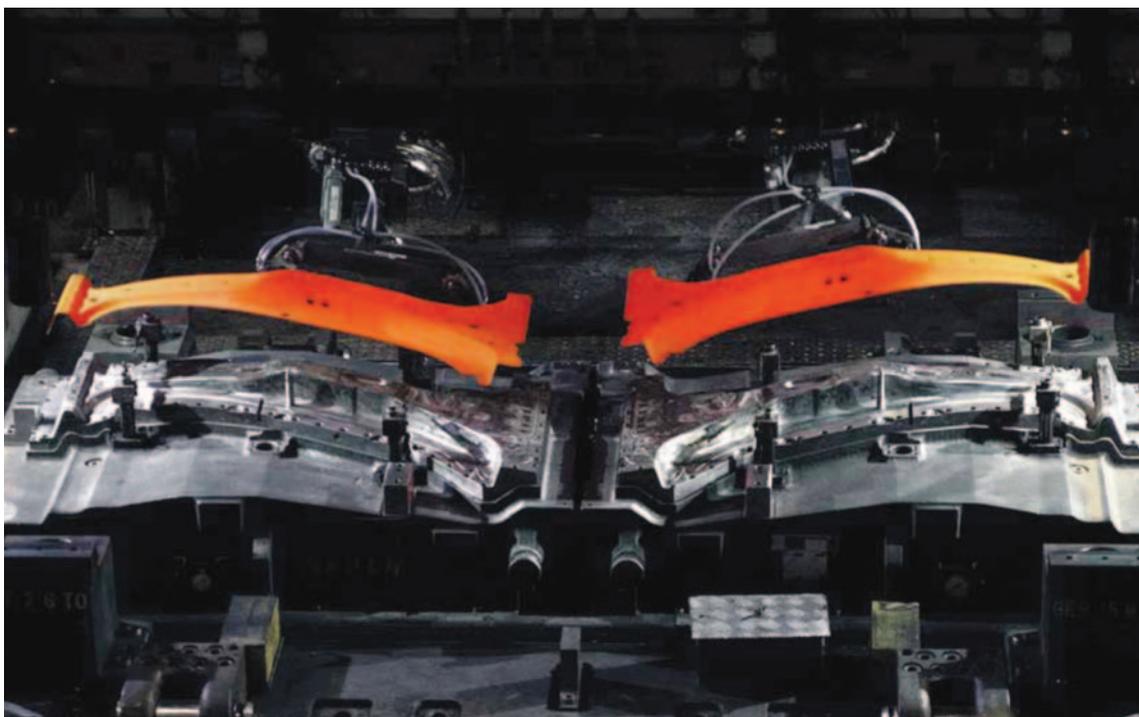
Priame lisovanie plechov za tepla, vysoká tepelná vodivosť, krátky čas cyklu, veľké rozmery nástrojov



Obidva procesy, zložitá geometria, výborný pomer pevnosť-húževnatosť



Priame lisovanie plechov za tepla, ocel pre prácu za studena, najvyššia odolnosť proti abrazívnemu opotrebeniu





**ODPORUČANÉ MATERIÁLY BÖHLER PRE LISOVANIE PLECHOV ZA TEPLA A POROVNANIE S NÁSTROJOVÝMI OCELAMI PRE PRÁCU ZA TEPLA**

BÖHLER označenie DIN / EN	AISI	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Ni	W	Al
<b>BÖHLER W360</b> ISO BLOC®	-	0,50	0,20	0,25	4,50	3,00	0,55	-	-	-
<b>BÖHLER W600</b> ISO BLOC®	-	0,32	0,10	0,25	-	3,30	-	2,00	1,80	-
<b>BÖHLER W620</b> ISO BLOC®	-	0,32	0,12	0,25	-	3,30	-	-	1,80	-
<b>BÖHLER K353</b>	-	0,82	0,70	0,40	8,00	1,60	0,60	-	-	+
< 1.2343 > X38CrMoV5-1	H11	0,38	1,10	0,40	5,00	1,30	0,40	-	-	-
< 1.2344 > X40CrMoV5-1	H13	0,39	1,10	0,40	5,20	1,40	0,95	-	-	-
< 1.2367 > X38CrMoV5-3	-	0,38	0,40	0,40	5,00	2,80	0,55	-	-	-

**RELATÍVNE POROVNANIE VLASTNOSTÍ OCELÍ PRE LISOVANIE PLECHOV ZA TEPLA A NÁSTROJOVÝCH OCELÍ PRE PRÁCU ZA TEPLA**

BÖHLER označenie	AISI	Tepelná vodivosť	Odolnosť voči opotrebovaniu pri vyšších teplotách	Húževnatosť pri vyšších teplotách	Obrábatelnosť
<b>BÖHLER W360</b> ISO BLOC®	-	★★★★	★★★★★	★★★★	★★★★★
<b>BÖHLER W600</b> ISO BLOC®	-	★★★★	★★★	★★★	★★★★★
<b>BÖHLER W620</b> ISO BLOC®	-	★★★★★	★★	★★	★★★★★
<b>BÖHLER K353</b>	-	★★	★★★★★	★★	★★★★
< 1.2343 > X38CrMoV5-1	H11	★★	★★	★★★★	★★★★★
< 1.2344 > X40CrMoV5-1	H13	★★	★★★	★★★★	★★★★★
< 1.2367 > X38CrMoV5-3	-	★★★	★★★★	★★★	★★★★★

**POROVNANIE TEPELNEJ VODIVOSTI**

