



Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích

# Moderní slévárenské technologie

*Přednášky pro studijní program Strojírenství*

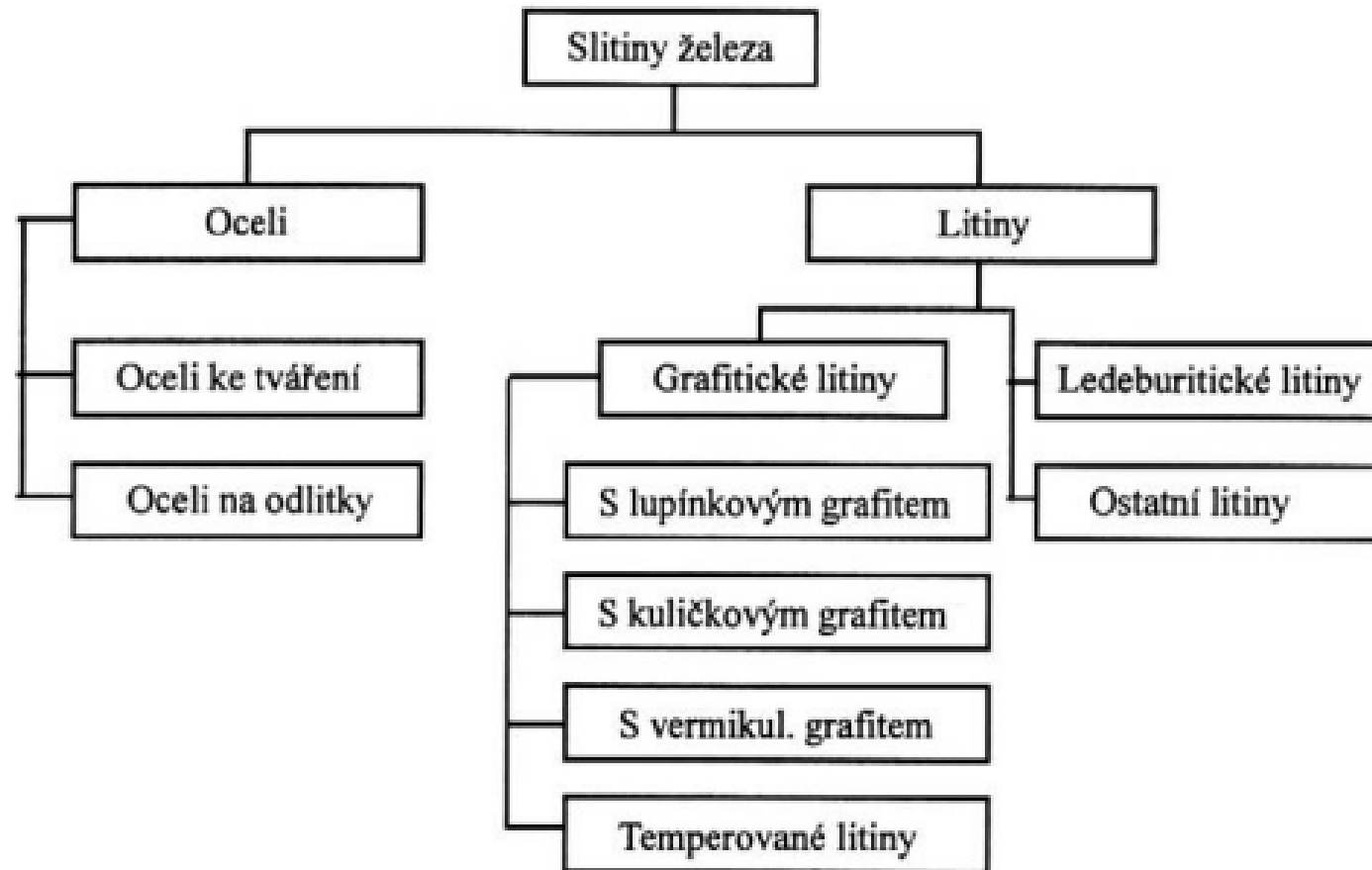
**Doc. Ing. Ladislav SOCHA, Ph.D. a kol.**



# Základní rozdělení slévárenských slitin

Přednáška č. 6

# Rozdělení slitin železa



# Charakteristika litiny

- ✓ Litiny jsou slitiny železa, uhlíku, křemíku, manganu, síry, fosforu s dalšími prvky, ve kterých je obsah uhlíku vyšší než 2,14 hm. %
- ✓ Uhlík je v litinách vyloučen ve formě grafitu (grafitické litiny) nebo cementitu ( $\text{Fe}_3\text{C}$ )
- ✓ Většina odlitků se odlévá z tzv. grafitických litin, které mají dobré slévárenské vlastnosti
- ✓ Litiny, které mají ve struktuře vyloučen cementit, se používají tam, kde odlitek má mít vysokou tvrdost nebo odolnost proti otěru
- ✓ **Většina prvků přítomných v litině může být klasifikována podle jejich vlivu na mikrostrukturu:**
  - *primární: C, Si, Mn, P a S*
  - *legující: Cu, Ni a Mo*
  - *karbidotvorné a perlitotvorné: As, B, Cr, Sn a V*
  - *nežádoucí: As, Bi, Pb, Sb atd.*
  - *plyny: H, N*


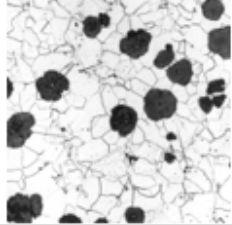
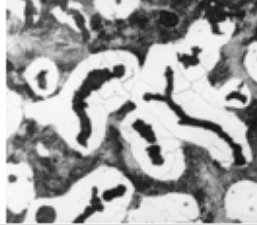
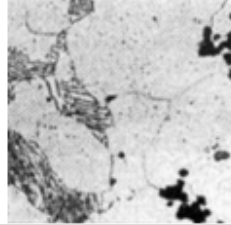
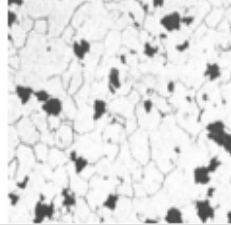
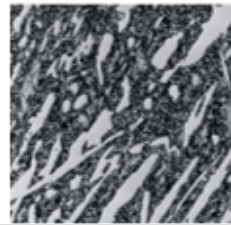
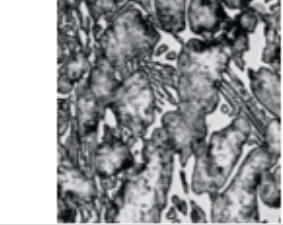






# Základní rozdělení litin

- ✓ litiny s lupínkovým grafitem LLG (šedá litina),
- ✓ litiny s kuličkovým grafitem LKG,
- ✓ litiny s červíkovitým grafitem LČG,
- ✓ temperované litiny s bílým lomem TLB, a černým lomem TLČ,
- ✓ bílá litina je litina bez volně vyloučeného grafitu s volným cementitem,
- ✓ legované litiny pro speciální určení.

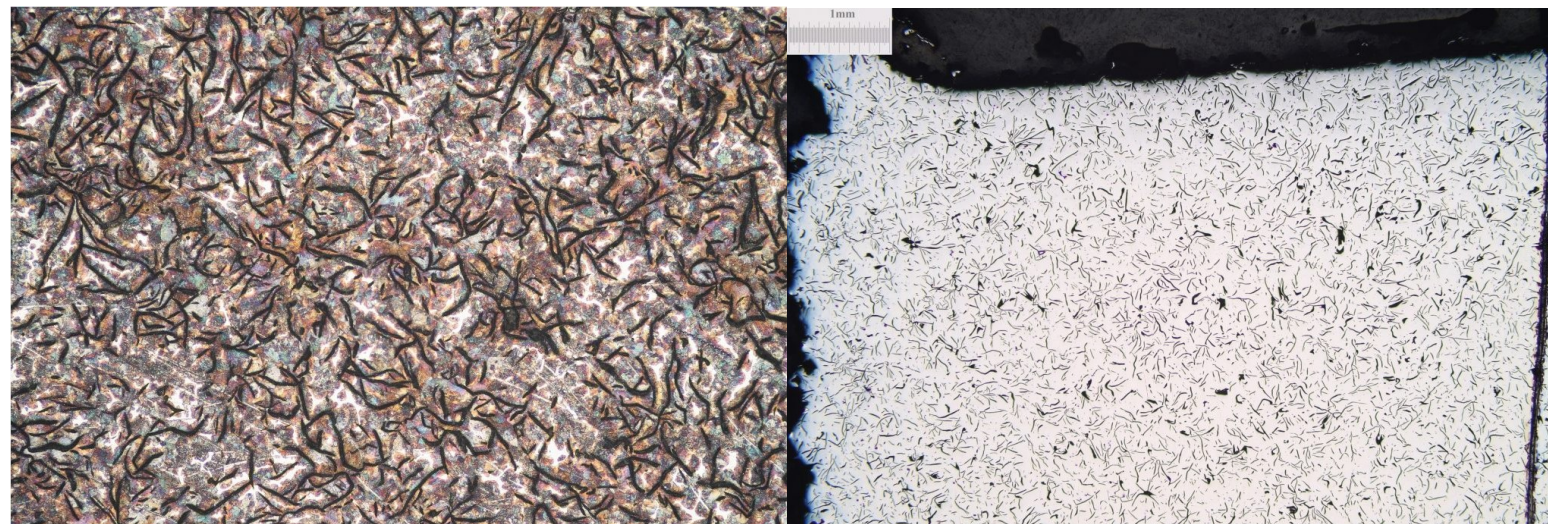


# Struktura a mechanické vlastnosti druhů litin

Název	Grafitické litiny				Karbidické litiny	Speciální litiny	
	Litina s lupínkovým grafitem LLG Šedá litina	Litina s kuličkovým grafitem LKG Tvárná litina	Litina s vermikulárním grafitem LVG Litina s červíkovitým grafitem	Litina s vločkovým grafitem LT Temperovaná litina		Bílá litina	Legované litiny
				S bílým lomem	S černým lomem		
Vlastnosti	Křehký materiál s nízkou tažností  Při dynamickém namáhání vlastnosti podobné oceli	Výroba modifikací čistým Mg nebo jeho předslitinami  Vysoce jakostní materiál, spojuje přednosti ocelí na odlitky a šedé litiny	Přechod mezi šedou a tvárnou litinou  Vznik modifikací Mg, ale v malém množství, aby nedošlo k tvorbě kuličkového grafitu	Vznik tepelným zpracováním bílé litiny – karbid železa se rozkládá na grafit  Obě litiny se liší hlavně obsahem C a Si Litina žíhaná v oduhličujícím prostředí		Uhlík vázán jako $Fe_3C$  Tvrdá, odolná proti opotřebení  Velmi křehká a špatně obrobitelná	Legující prvky nesmí ovlivnit vylučování grafitu, legování slouží k dosažení optimální kombinace mechanických vlastností Dělíme je na litiny legované hliníkem, křemíkem, chromem a niklem
Struktura							
Příklad využití	Odlitky částí strojů 	Ozubená kola 		Fitinky 	Mlecí koule 		

# Tvary grafitu v litinách

1. Šedá litina
2. Tvárná litina
3. Vermikulární litina
4. Temperovaná litina



1.

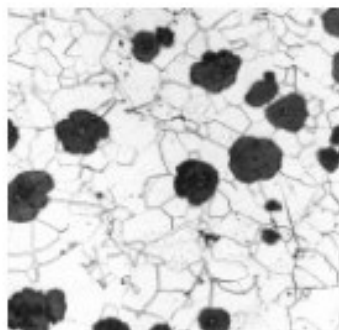
2.

3.

4.



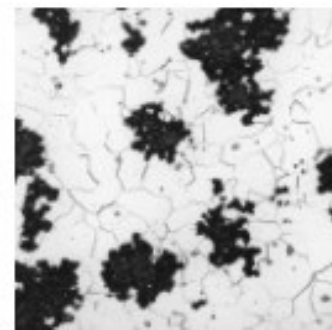
*Lupínkový grafit*



*Kuličkový grafit*



*Vermikulární grafit*

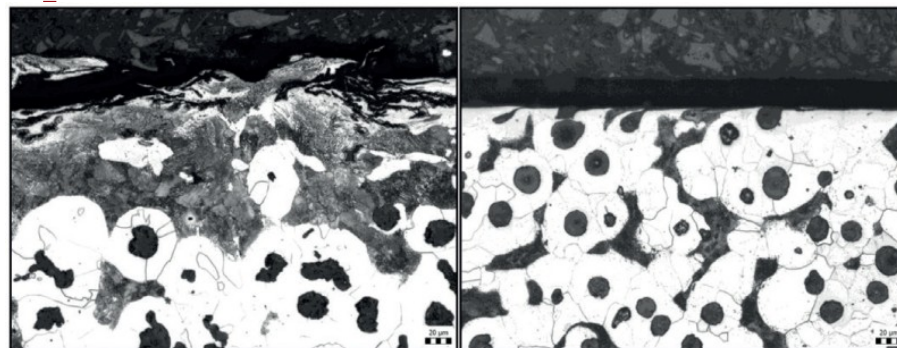


*Vločkový grafit*

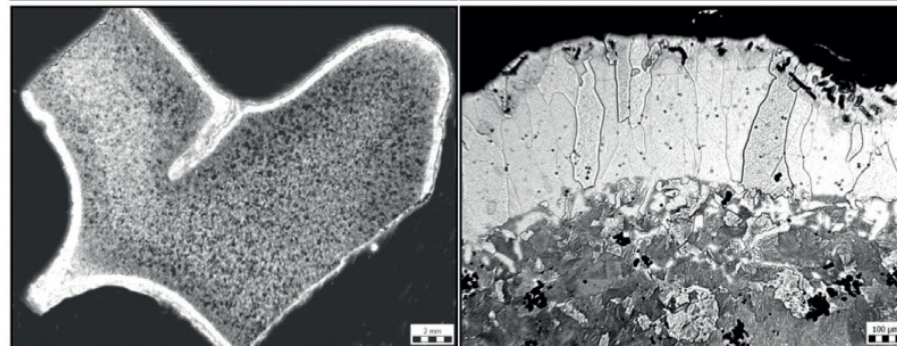
# Základní chemické složení li

- ✓ **Hlavní prvky v litině jsou:**
  - železo, uhlík, křemík, mangan, fosfor, síra a prvky z očkujících přísad
- ✓ **U legovaných nebo speciálních litin to mohou být:**
  - *nikl, měď, molybden, cín, titan, chrom*
- ✓ **Prvky, které se dostávají do litin y z výchozích surovin při druhování a jejich přítomnost je většinou nežádoucí:**
  - *olovo, vizmut (bizmut zastaralé označení), antimon, arsen, bor, hliník, vanad, zirkon a pokud se nejedná o legující přísadu, tak je to i chrom, cín a titan*
- ✓ **Plyny představující vodík, dusík a kyslík mohou spolu působit při vzniku krystalizačních zárodků v litinách a tím iniciovat grafitizaci, ale za určitých okolností způsobují vnitřní vady v odlitku typu uzavřených bublin.**

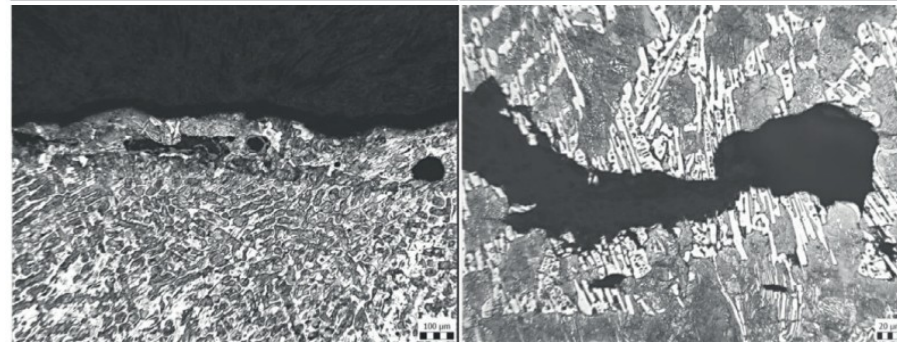
1.



2.



3.



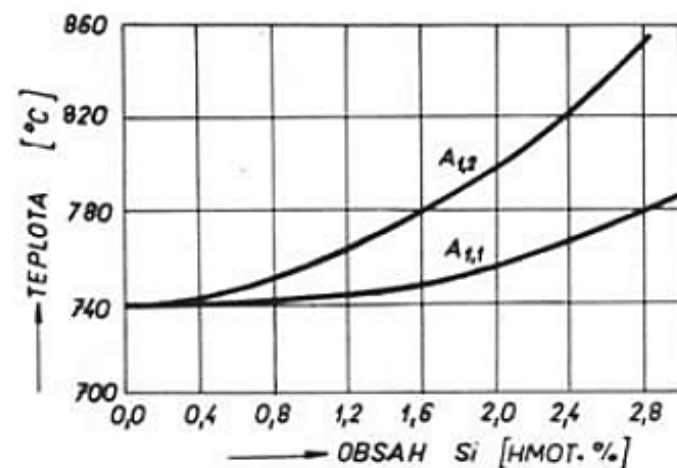
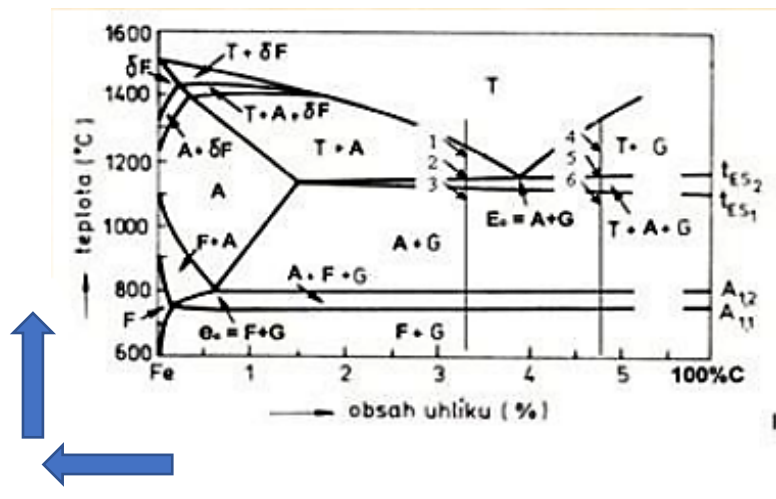
1. *Tvárná litina*
2. *Temperovaná litina s bílým lomem*
3. *Mikrostruktura bílé litiny*



# Chemické složení grafitických litin

## ✓ Vliv Si na pseudobinární diagram Fe – C – Si

- *teplota eutektická,*
- *teplota eutektoidní,*
- *koncentrace eutektického bodu,*
- *koncentrace eutektoidního bodu,*
- *mezní rozpustnost uhlíku v austenitu*



*Vliv Si na polohu a interval teplot a koncentrací v diagramu Fe – C – Si*

# Suroviny pro tavení litin

- ✓ **Surová železa** – jsou základním materiálem pro kovové vsázky pro všechny druhy litin dle normy EN – ČSN – 421221
  - *Surová železa jsou velmi kvalitní, ale zároveň jsou drahou složkou kovové vsázky. Vyznačují se nízkým obsahem síry a ostatních nečistot. Do sléváren se dodávají ve tvaru housek. Některé housky jsou označeny vrubem podle typu a velikosti a tím je usnadněno jejich dělení*
  - *Surová železa rozdělujeme podle obsahu křemíku, manganu, fosforu a případně podle dalších prvků. Při výrobě litiny s kuličkovým grafitem je potřeba použít vysokopecní surová železa s nižším obsahem nečistot, nebo surová železa vyrobená speciálními rafinačními postupy*
- ✓ **Podle obsahu základních prvků se rozdělují na:**
  1. *slévárenská s obsahem Si nad 1,25 % a C = 3,75 – 4,25 %*
  2. *ocelárenská s obsahem Si do 1,25 % a C = 4,20 – 4,7 %*
  3. *speciální na výrobu litin s kuličkovým grafitem s nízkým obsahem Mn, P, S.*
  4. *legovaná, která mají zvýšený obsah legur – Mn, Cr, Cu, Ni, V, P*
- ✓ Pro výrobu tvárné litiny se používají surová železa Sorel a Pig Nod

Prvek	Uhlík	Křemík	Mangan	Fosfor	Síra	Chrom
<b>Sorel (%)</b>	3,5 – 4,5	< 0,5	< 0,035	< 0,035	< 0,015	< 0,010
<b>Pig Nod</b>	3,5 – 4,6	0,51 – 1,0	Max. 0,10	Max. 0,055	Max. 0,02	Max. 0,010

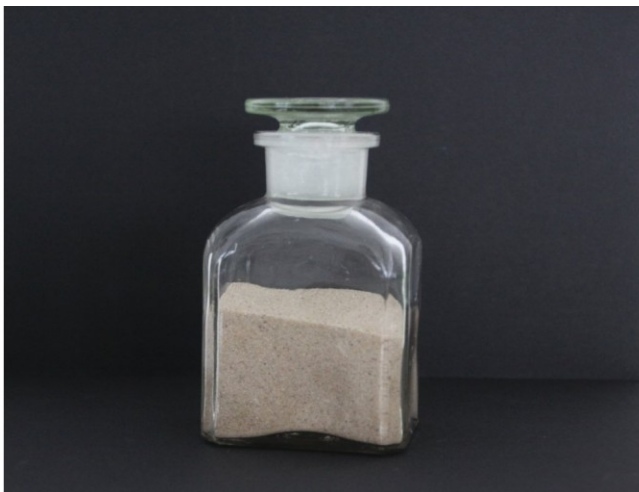
# Suroviny pro tavení litin

- ✓ **Ocelový odpad** – tento odpad lze použít jako druhotnou surovinu (náhradu surového železa), pokud se jedná o kvalitní tříděný ocelový šrot s limitovanými obsahy neželezných kovů (Cu, P, Sn, Zn) a legur (Cr, Mn, Ni, Ti). Dále se používá na snížení obsahů C a Si
- ✓ **Vsázkové materiály** – surové železo, ocelový odpad, vratný materiál, zlomková litina, legury, nauhličovadla, očkovadla, modifikátory a struskotvorné přísady
- ✓ **Vratný materiál** – technologický odpad ze slévárny, zvyšuje obsah síry a viskozitu strusky. Podíl ve vsázce by neměl být více jak 60 %
- ✓ **Zlomková litina** – smíšený odpad, lze použít jen za předpokladu oddělení neželezných složek



# Suroviny pro tavení litin

- ✓ **Legury** – při výrobě zvyšují obsahy prospěšných prvků – Si, Mn, Cr, Cu, P, Ni, V, W, Mo, Al. Mikrolegury se používají Sn, Sb, Ti, B, Ca, Mg
- ✓ **Nauhličovadla** – vysokouhlíkové materiály (koks, antracit, grafit) pro použití v elektrických pecích za účelem zvýšení obsahu uhlíku
- ✓ **Očkovadla** – látky, které jsou na bázi Si a Ca se používají jako feroslitiny (FeSi75) pro očkování litin
- ✓ **Modifikátory** – používají se jako přísady na výrobu litiny s kuličkovým nebo červíkovitým grafitem
- ✓ **Struskotvorné přísady** – mezi tyto přísady patří vápenec, vápno, kazivec, dolomit, křemenný písek, kalcinovaná soda



# Výhody a nevýhody slitin železa

## Ocel:

### *Výhody:*

1. Homogenita a zároveň možnost velké tvarové variability při zachování vysoké přesnosti
2. Materiál je 100% recyklovatelný
3. Snadná montáž

### *Nevýhody:*

1. Velká štíhlost ocelových prvků a tím omezená stabilita
2. Nad teplotou 500 °C se snižují mechanické vlastnosti (ačkoliv je ocel nehořlavá)
3. Ocel je velmi náchylná na povětrnostní vlivy, z toho plyne koroze díl

## Litina:

### *Výhody:*

1. Má dobrou pevnost v tlaku
2. Je tvrdá
3. Velmi dlouhá životnost, např. bloků motorů

### *Nevýhody:*

1. Je křehká a netvářitelná
2. Nelze ji ohýbat, natahovat ani kovat
3. Má malou pevnost v tahu, proto před ohnutím nebo deformací dochází k prasknutí





# Použitá literatura

- ✓ SKÁLOVÁ, Jana, Jaroslav KOUTSKÝ a Vladislav MOTYČKA. *Nauka o materiálech*. 4. vyd. V Plzni: Západočeská univerzita, 2010. ISBN 978-80-7043-244-0.
- ✓ FISCHER, Ulrich. *Základy strojnictví*. Praha: Europa-Sobotáles, 2004. ISBN 80-86706-09-5.
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://norelem.se/sv/Flexibelt-standarddelsystem/01000/Plattor/Bottenplattor-med-T-sp%C3%A5r-gr%C3%A5j%C3%A4rn/p/agid.2133>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://www.sportchek.ca/categories/shop-by-sport/fitness/weightlifting/bars-plates-sets/product/york-50-lb-cast-iron-plate-282010061.html>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://www.litinove-nadobi.cz/hrnce-a-pekace/litinovy-hrnec-2l/>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://www.seco-foundry.com/automotive-production/>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://discounts.clearancesales2021.ru/category?name=v%C3%BDkup%20%C5%BEEleza%20ostrava%20cen%C3%ADk%20Amazon>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://www.druso-plzen.cz/produkty/>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://www.resorbent.cz/kalcinovany-antracit>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <http://www.kovintrade.cz/prodejni-program/metalurgie/feroslitiny/>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://www.seco-slevarna.cz/seda-litina-vlozky-valcu/>



# Použitá literatura

- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Litina>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://www.chcipisek.cz/slevarenske-pisky/vysoce-teplotne-odolny-kremenny-pisek/?parameterValueId=65>
- ✓ [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/2802025/>