

PRACOVNÝ LIST: OD ŽELEZNEJ RUDY K OCELI

Úloha 1. Diskutujte o histórii železa a o železe ako ho poznáte dnes. Viete kedy sa začalo využívať? V ktorom období zažilo železo svoj najväčší rozmach? A aké je železo dnes? Kde sa s ním stretávame?

Úloha 2. Výroba železa je zložitý proces. Prebieha v zariadení nazývanom **vysoká pec**. Pozrite si krátku animáciu znázorňujúcu proces výroby železa. Počas sledovania animácie píšete pojmy, ktoré sú podľa Vás dôležité a zatriedte ich do jednotlivých kategórií podľa Tabuľky 1.

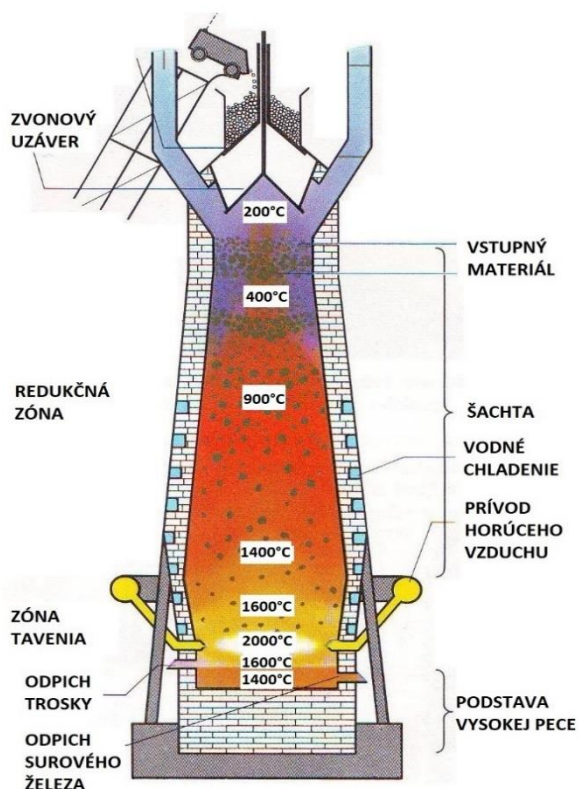
Zdroj: Výroba surového železa – animácia, trvanie 3:59 <https://www.youtube.com/watch?v=U3faQfmOPzA>

Tabuľka 1 Pojmotvorná tabuľka I

Pojmy, ktorým ROZUMIEM	Pojmy, ktoré poznám ale NEROZUMIEM IM	Pojmy, ktoré sú pre mňa NOVÉ
Teplotné pásma	Priama redukcia	hlušín
Žiaruvzdorné tehly	Nepriama redukcia	Troskotvorné prísady
		Redukčné žihanie

Úloha 3. Na základe animácie a pojmov, ktoré ste zapísali do Tabuľky 1, napíšte vstupné a výstupné materiály pri výrobe železa vo vysokej peci.

Vstupný materiál:



a) Železné rudy

Hematit, magnetit, siderit, chamosit, goethit

b) Troskotvorné prísady

Vápenec, dolomit, vápno (zásadité troskotvorné prísady)

Kremeň, bridlica, bauxit (kyslé troskotvorné prísady)

c) Koks

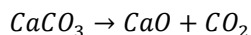
Výstupné materiály:

Železo(surové) a roztavené troska

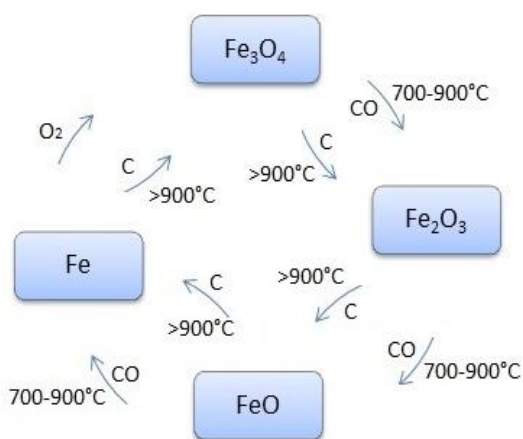
Obr. 1 Rez vysokou pecou

Úloha 4. Vo vysokej peci dochádza k niekoľkým reakciám. Riešte nasledujúce otázky a dozviete sa, k akým reakciám dochádza.

- I. Fáza: **TEPELNÝ ROZKLAD VÁPENCA** – uhličitan vápenatý (vápenec) je hornina ktorá sa pridáva do vysokej pece ako **troskotvorná prísada**. Napíšte rovnicu termického rozpadu uhličitanu vápenatého, ak viete, že jedným z produktov reakcie je plynný oxid.



- II. Fáza: **REDUKCIA** – surové železo je produktom redoxných reakcií. Obr. 2 znázorňuje reakcie železa a jeho oxidov. Redukcia oxidov železa oxidom uhoľnatým sa nazýva **nepriama redukcia**. Redukcia oxidov železa koksom (uhlíkom) sa nazýva **priama redukcia**. Napíšte rovnice jednotlivých chemických reakcií.



Reakcie železa a jeho oxidov

Nepriama redukcia: $\text{FeO} + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$

Priama redukcia: $\text{FeO} + \text{C} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}$

- III. Fáza: **TVORBA TROSKY** – v tejto fáze dochádza k reakciám najmä medzi troskotvornými prísadami, pričom vzniká **troska**. Vyberte správne tvrdenia o troske:

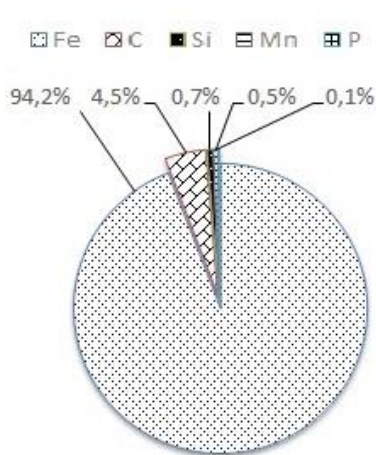
- Troska je materiál, ktorý nemá žiadne využitie, preto sa opakovane pridáva do vysokej pece.
- Troska má nižšiu hustotu ako surové železo, preto na ňom pláva.
- Troska je materiál, ktorý sa využíva v stavebníctve, napr. na výrobu cementu, štrku.
- Troska má vyššiu hustotu ako surové železo, preto na ňom pláva.
- Troska chráni surové železo vo vysokej peci pred oxidáciou.

B,C,E sú správne

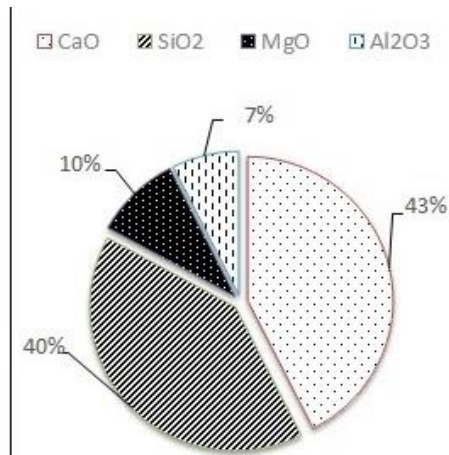
Úloha 5. Z predchádzajúcich úloh viete, aké sú **vstupné a výstupné materiály** pri výrobe železa vo vysokej peci. K dispozícii máte tri grafy a krátky text o ďalšom **spracovaní železa**. Grafy znázorňujú zloženie výstupných materiálov a percentuálne zastúpenie ich zložiek. Riešte otázky pod textom.

Surové železo obsahuje 2-5% uhlíka, preto je tvrdé a krehké, avšak nie je kujné. Surové železo sa ďalej spracováva – časť na **liatinu** a zvyšok na **ocel'** (až 60% svetovej produkcie). Z liatiny sa vyrábajú odliatky, napr. kotly a radiátory.

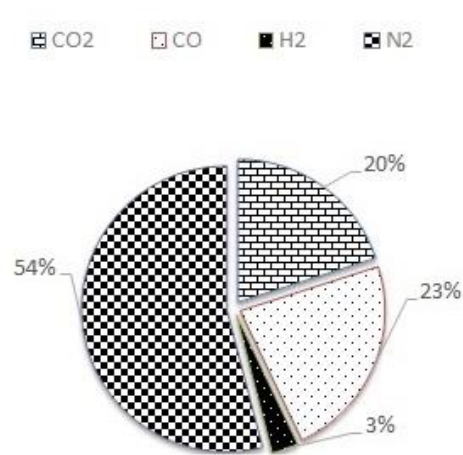
Zušľachtené železo (kujné železo, **ocel'**) obsahuje max. 1,7% uhlíka. Výroba ocele spočíva predovšetkým v znižovaní obsahu uhlíka vzdušným kyslíkom v kyslíkových konvertoroch alebo pridaním oxidov železa v špeciálnych peciach. Špeciálne ocele sa vyrábajú v elektrických peciach.



Surové železo



troska



vysokopecný plyn

Čisté železo nemá vhodné vlastnosti, zatiaľ čo jeho **zliatiny** s rôznymi **kovmi** (Ni, Cr, Co) sú technicky významné materiály. Pridaním týchto prvkov sa vyrábajú **ušľachtilé** (legované) **ocele** požadovaných vlastností (tvrdosť, pevnosť, odolnosť proti korózií, žiaruvzdornosť, ...). Množstvo a vzájomný pomer prísad sa volí tak, aby vlastnosti železa boli pre dané použitie čo najvhodnejšie.

Oceľ sa obvykle ďalej zušľachťuje vhodným spracovaním (kalením, popúšťaním) alebo **povrchovou úpravou** (nátery, pokovovanie, pasivácia a pod.). **Prudkým ochladením** (kalením) sa získava oceľ veľmi tvrdá ale krehká. **Pomalým zahrievaním** na 250 až 300°C (popúšťaním) sa krehkosť odstráni, oceľ však zostáva tvrdá.

- Napište pod grafy, výstupný materiál – **vysokopecný plyn, surové železo alebo troska**, ktorého zloženie znázorňujú.
- Napište, koľko percent uhlíka obsahuje surové železo. 2-5% (v grafe 4,5)
- Pomenujte zlúčeniny tvoriace trosku. Oxid kremičitý, oxid vápenatý, oxid horečnatý, oxid hlinitý
- Napište, aký je maximálny obsah uhlíka v oceli. 1,7%
- Porovnajte vlastnosti železa s 4% obsahom uhlíka a s 1% obsahom uhlíka.
4%= surové železo, krehké, nie je kujné, tvrdé
1%= zušľachtené železo, žiaruvzdorné, pevné

Úloha 6. Pri výrobe ocele sa k železu pridávajú ďalšie kovové prvky, ktoré výrazne menia jeho vlastnosti. Tabuľka 2 obsahuje niektoré prvky pridávané k železu a vlastnosti, ktoré ovplyvňujú. Odpovedzte na nasledujúce otázky.

- Chirurgická oceľ je druh nehrdzavejúcej ocele. Napište prvok/prvky, ktoré sa pridávajú k železu, aby nehrdzavelo.
Cr, Mo, Ni,...
- Pri výrobe pružín je dôležitá elasticita (pružnosť) ocele. Napište prvok/prvky, ktoré ovplyvňujú túto vlastnosť
Si
- Napište prvok/prvky, ktoré zvyšujú tvrdosť ocele. V, W, Co, Cr, Ti
- Oceľ sa využíva aj v zdravotníctve. Viete, ktorý prvok je dominantný v oceli používanej ako náhrada kĺbov?
Titán

E) Nerezová oceľ obsahuje viac ako 12% chrómu. Napíšte príklady (odvetvie alebo konkrétny produkt), kde sa takáto oceľ používa.

Stavebný priemysel, automobilový priemysel(feritická), ťažobný priemysel(duplexná)

Tabuľka 2 Prvky ovplyvňujúce vlastnosti ocele

	Zvyšuje tvrdosť	Zvyšuje krehkosť	Zvyšuje tuhosť	Zvyšuje pevnosť v ťahu	Zvyšuje nárazovú pevnosť	Zvyšuje odolnosť voči oderu	Zvyšuje odolnosť voči korózií	Zvyšuje elasticitu (pružnosť)
C				✓		✓		
Cr	✓		✓	✓✓		✓	✓	
Mn		✓		✓✓		✓		
Mo		✓	✓	✓			✓	
Ti	✓		✓	✓			✓	
Si				✓				✓
V	✓✓			✓	✓	✓✓		
S			✓	✓				
P				✓				
Ni			✓	✓✓			✓	
W	✓✓	✓	✓	✓	✓	✓✓		
Co	✓			✓		✓✓		

Úloha 7. Opäť si pozrite animáciu z Úlohy 2. Doplňte Tabuľku 2. Pomôžte si pojmi z Úlohy 2 a so zvýraznenými slovami v Pracovnom liste.

Tabuľka 2 Pojmotvorná tabuľka II

Pojmy, ktorým ROZUMIEM	Pojmy, ktorým STÁLE NEROZUMIEM
Troska	
Redukčne žihanie	