

## 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?

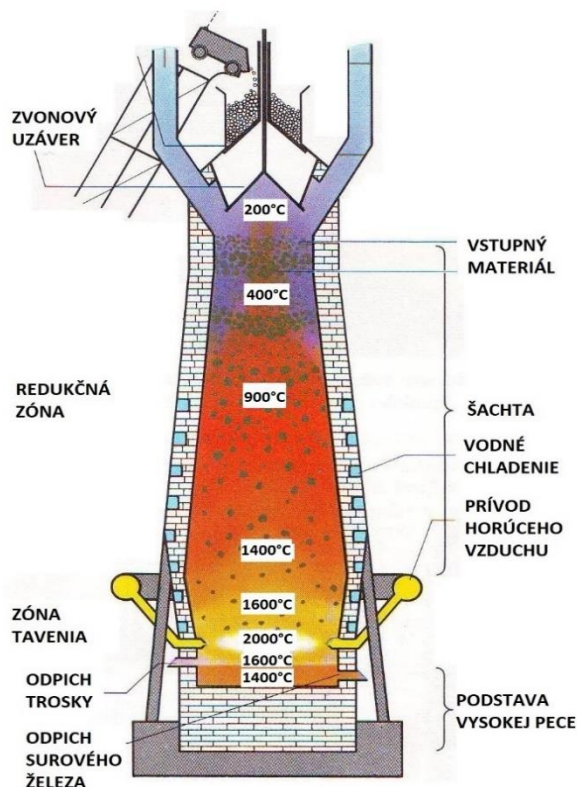
**Úloha 2.** Výroba železa je zložitý proces. Prebieha v zariadení nazývanom **vysoká pec**. Pozrite si krátku animáciu znázorňujúcu proces výroby železa. Počas sledovania animácie píšete pojmy, ktoré sú podľa Vás dôležité a zatriedte ich do jednotlivých kategórií podľa Tabuľky 1.

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
troska	hematit	sádzanie
vysoká pec	surové železo	šamotové tvárnice
priama redukcia	magnetit	hlušín
nepriama redukcia	koks	redukčné žíhanie

**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, chamosit, siderit, goethit

hlušín - nečistá železná ruda.

b) **Troskotvorné prísady**

Zásadité – vápenec, dolomit, vápno

Kyslé – kremeň, bridlica, bauxit

c) **Koks**

**Výstupné materiály:**

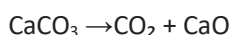
Surové železo, vysokopecná troska

Vysokopecný plyn

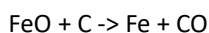
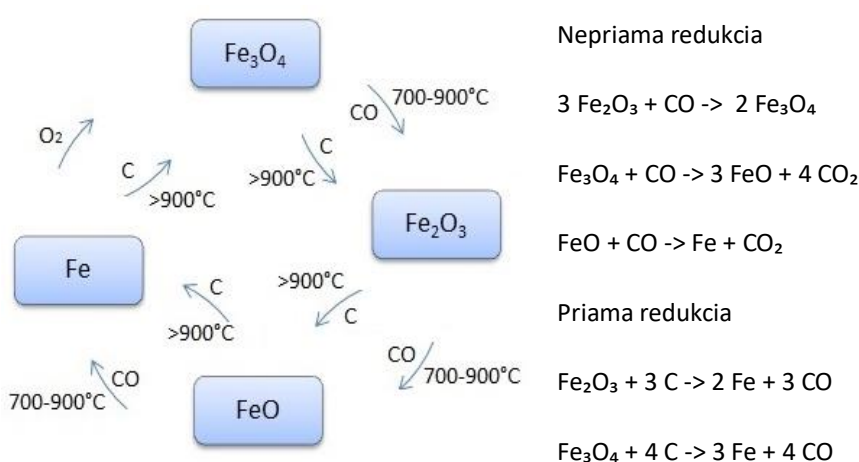
Obr. 1 Rez vysokou pecou

**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.



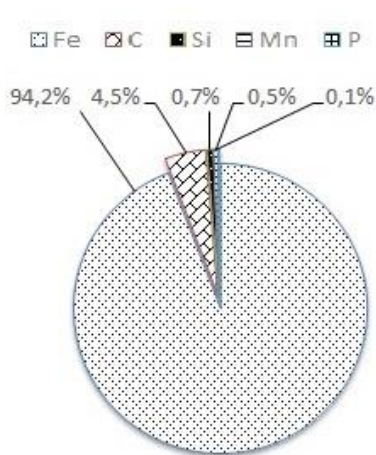
Obr. 2 Reakcie železa a jeho oxidov

- 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.

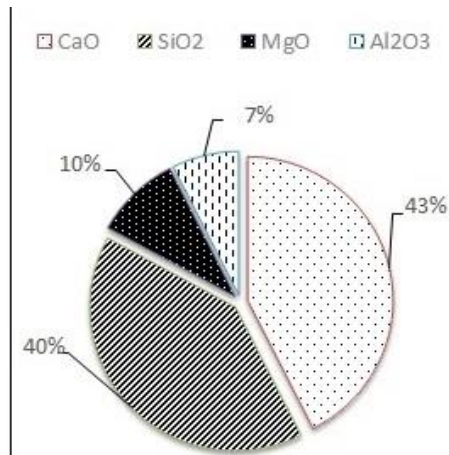
**Úloha 5.** Z predchádzajúcich úloh viete, aké sú **vstupné a výstupné materiály** pri výrobe železa vo vysokej peci. K dispozícii máte tri grafy a krátky text o ďalšom **spracovaní železa**. Grafy znázorňujú zloženie výstupných materiálov a percentuálne zastúpenie ich zložiek. Riešte otázky pod textom.

**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.

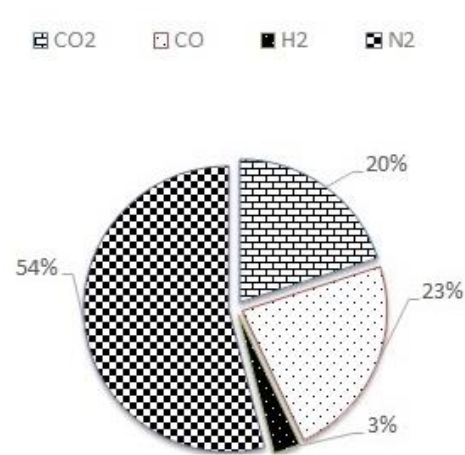
**Zušľachtené železo** (kujné železo, **ocel'**) obsahuje max. 1,7% uhlíka. Výroba ocele spočíva predovšetkým v znižovaní obsahu uhlíka vzdušným kyslíkom v kyslíkových konvertoroch alebo pridaním oxidov železa v špeciálnych peciach. Špeciálne ocele sa vyrábajú v elektrických peciach.



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%
- Pomenujte zlúčeniny tvoriace trosku.  
Kremičitan vápenatý  
Oxid kremičitý
- Napište, aký je maximálny obsah uhlíka v oceli. 1,7%
- Porovnajme vlastnosti železa s 4% obsahom uhlíka a s 1% obsahom uhlíka.  
Železo so 4% nie je kujné, železo s 1 % je kujné.

**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.  
chróm, nikel, molybdén, titán
- Pri výrobe pružín je dôležitá elasticita (pružnosť) ocele. Napište prvok/prvky, ktoré ovplyvňujú túto vlastnosť.  
kremík
- Napište prvok/prvky, ktoré zvyšujú tvrdosť ocele. chróm, titán, kobalt, vanád, wolfrám
- 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.

Chemický, potravinársky a jadrový priemysel.

Čerpadlá, nože, chirurgické prístroje, v petrochemických závodoch

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 pojmiami z Úlohy 2 a so zvýraznenými slovami v Pracovnom liste.

Tabuľka 2 Pojmotvorná tabuľka II

Pojmy, ktorým ROZUMIEM	Pojmy, ktorým STÁLE NEROZUMIEM
Vysokopecný plyn	
troska	
Troskotvorná prísada	
Zušľachtené železo	
Neušľachtaná oceľ	