

# Budoucí způsoby výroby oceli

## Modernizace Liberty Ostrava

### Odpady Liberty Ostrava

Jiri Pys  
20<sup>th</sup> June 2022



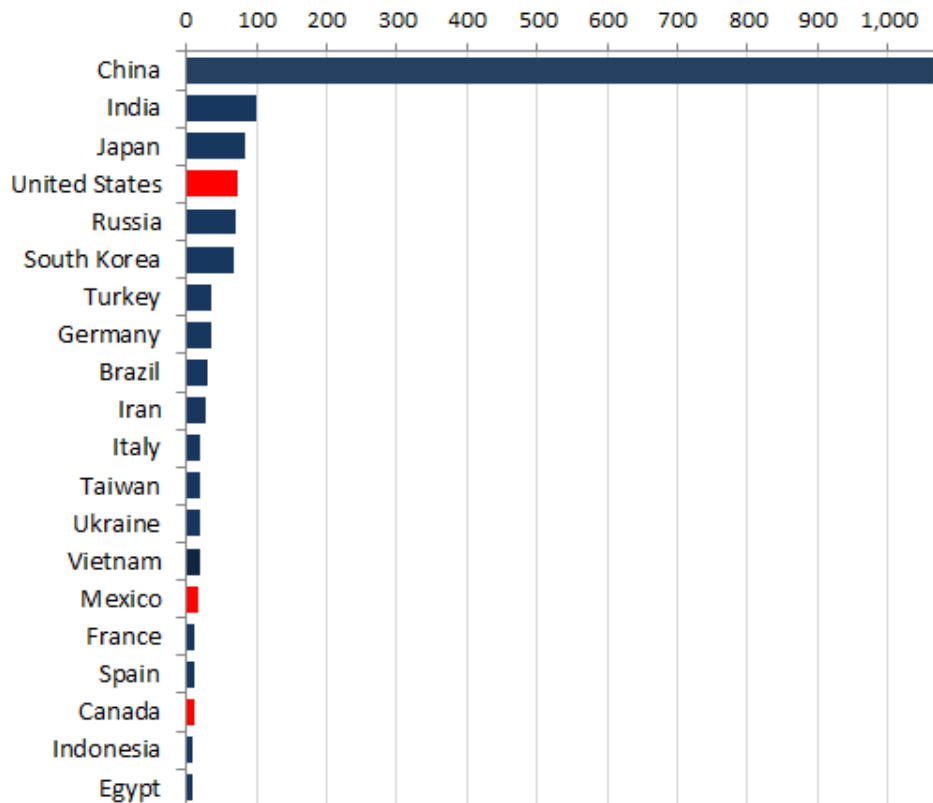
EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

**MŠMT**  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

# Světová výroba oceli

## Steel Production, Top 20 Countries, 2020

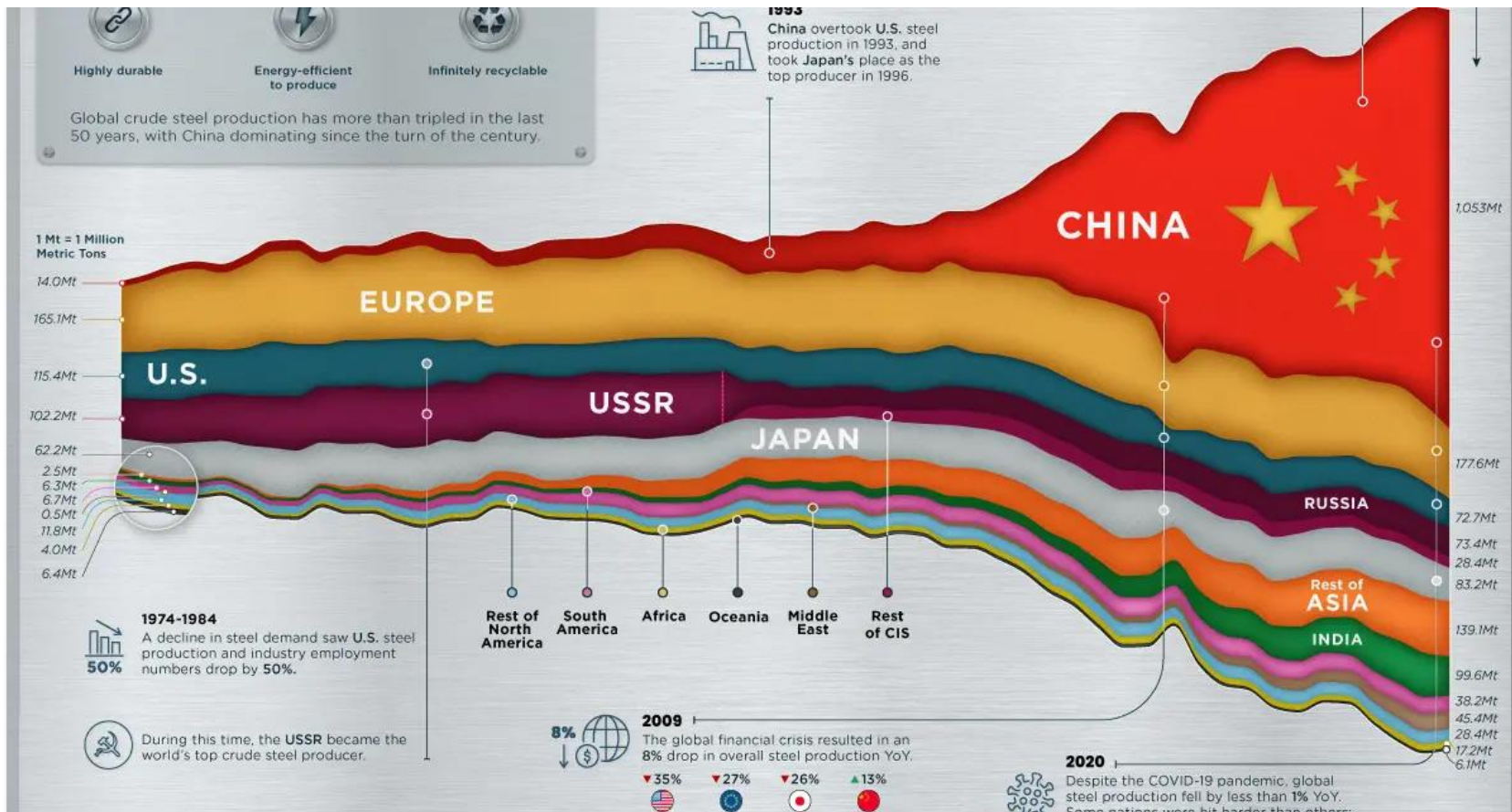
Million tonnes, North America in red



Source: wordsteel

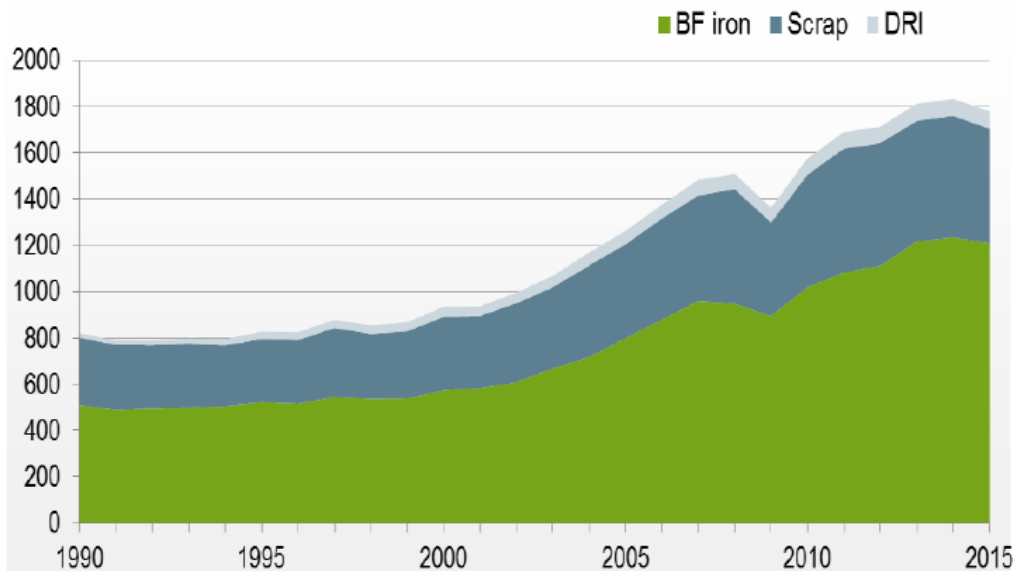
WOLFSTREET.com

# Čínský drak přichází



# Způsoby výroby oceli

Global metallics demand, Mt



## Dnes jsou dominantní dva způsoby výroby oceli

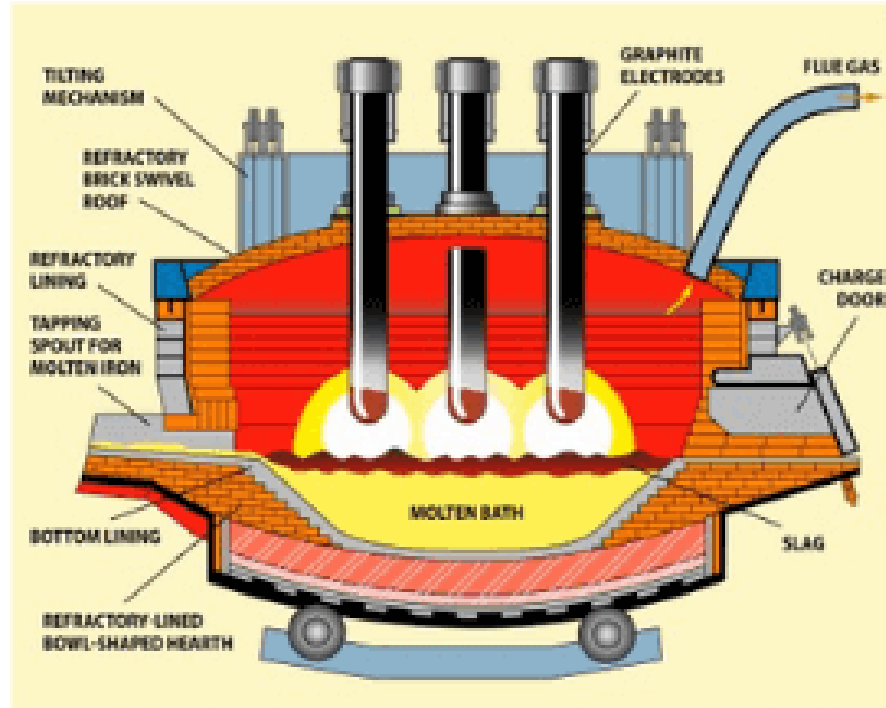
- Z tekutého železa 1,2 mld. tun
- Ze šrotu 0,6 mld. tun

Nový trend  
DRI

0,075 mld.tun

**Elektro ocelárny nejsou schopny plně nahradit výrobu oceli z tekutého železa**

# Elektrická pec

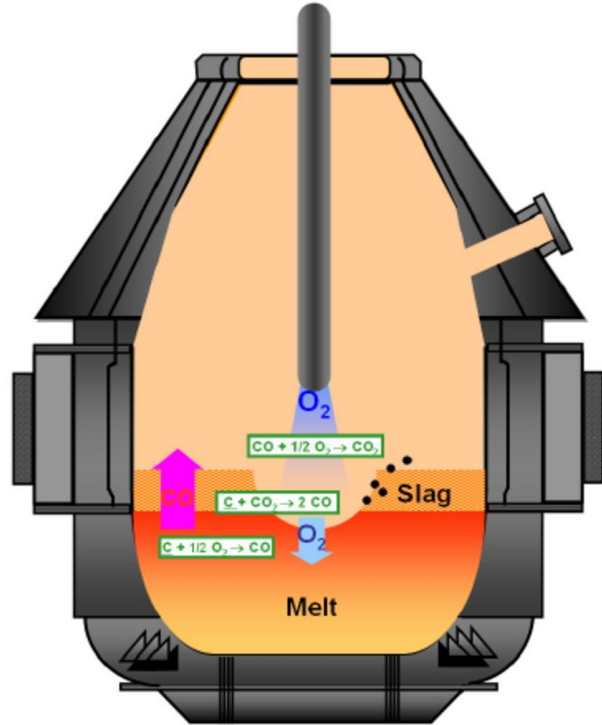


# Poslední Intenzifikované Siemens-Martinské pece na světě

- ArcelorMittal Krivy Roh 1 pec uzavřena v 2020
- Zaporozije Ukrajina 1 pec v provozu
- Magnitogorsk Rusko 1 pec v provozu
- Liberty Steel Ostrava 4 pece v provozu



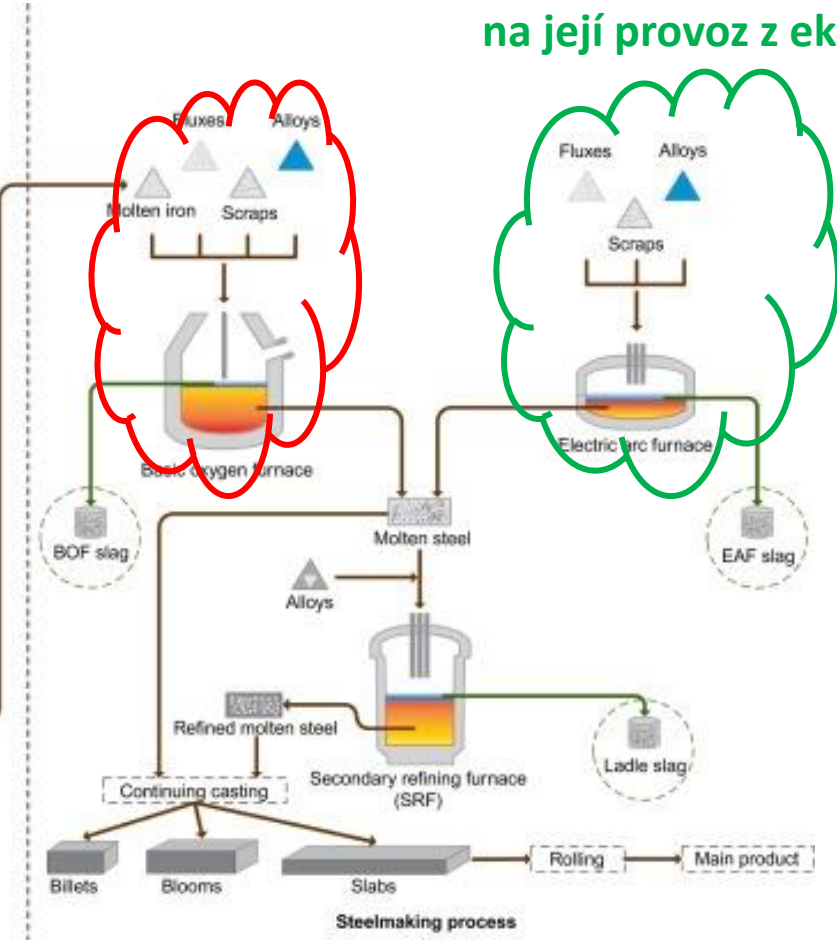
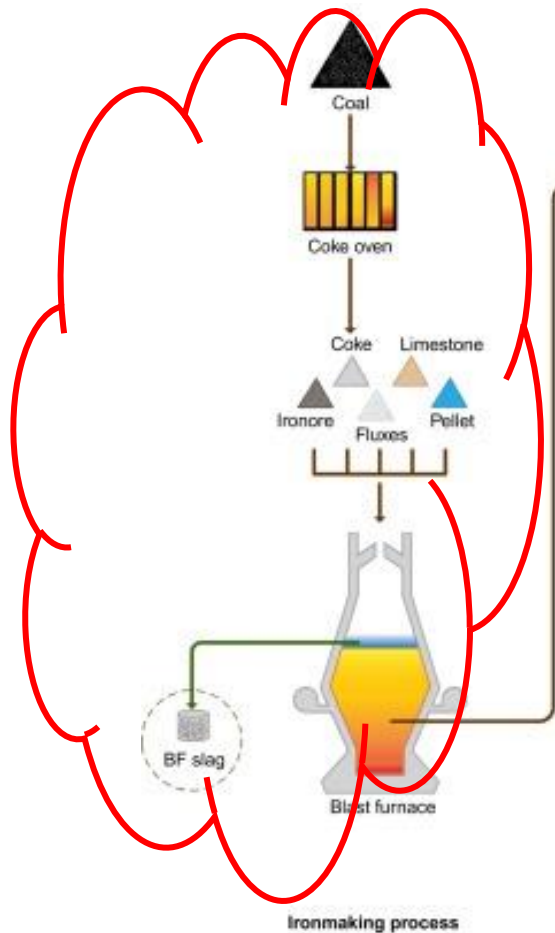
# Kyslíkový konvertor



© Uwe Niggemeyer

# Srovnání výroby oceli BOF vs EAF

EAF je CO<sub>2</sub> free, pokud je elektřina na její provoz z ekologické výroby





## Uhlíková stopa výroba oceli ze surového železa

- Železo se v přírodě nikdy nevyskytuje v atomární formě čistého železa Fe
- Přírodní zdroje železa jsou vždy ve sloučeninách nejčastěji oxidické formě, vzhledem k afinitní řadě železa ke kyslíku

Formy železa v přírodě využitelné pro výrobu železa/oceli

- $\text{Fe}_2\text{O}_3$  hematit
- $\text{Fe}_3\text{O}_4$  magnetit

**Všechny oxidické formy vyžadují redukční atmosféru + vysokou teplotu aby se získalo železo**

# Uhlíková stopa klasická metalurgie

- Výroba koksu
- Výroba železa
- Výroba oceli

**Všechny tyto postupy spalují uhlík, přičemž je generováno cca. 2 tuny CO<sub>2</sub>/t oceli**

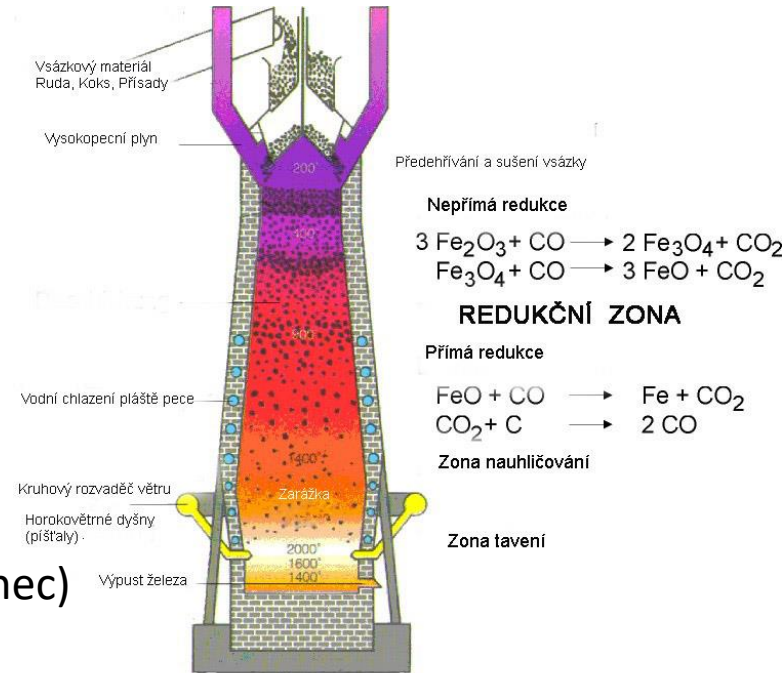
## **Ekonomický tlak**

Příklad výroba 2,5 mt/y oceli (Liberty Ostrava nebo Třinec)

Odhad ceny povolenek CO<sub>2</sub> = 100 €/t

Extra náklady 2,5mt x 2t/t x 100 €/tCO<sub>2</sub> = 500 m€/y

**500 m€/y to je více než zisk hutních firem**



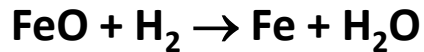
# Snížení uhlíkové stopy vodíkem

Šedý vodík vs zelený vodík, jaký je mezi nimi rozdíl ???

## Snížení uhlíkové stopy vodíkem

- Šedý vodík ze zemního plynu
- Zelený vodík štěpením vody elektřinou ze solárních panelů
  
- Ve vysoké peci musí dojít k oběma reakcím
$$\text{FeO} + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$$
$$\text{FeO} + \text{C} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}$$

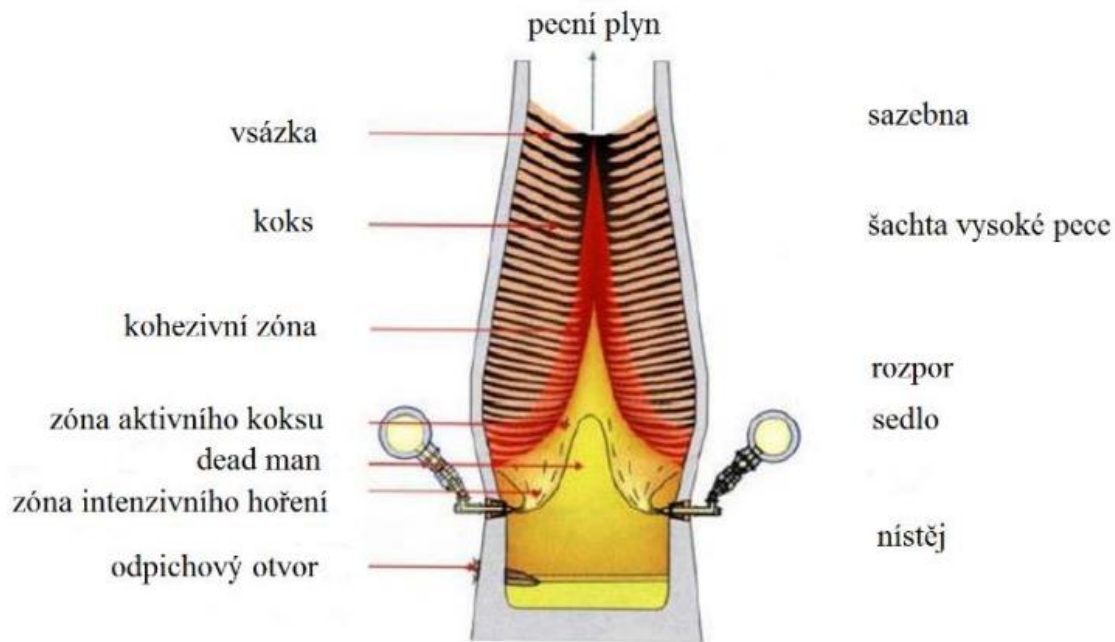
**Tyto reakce mohou být nahrazeny reakcí**



# Snížení uhlíkové stopy vodíkem

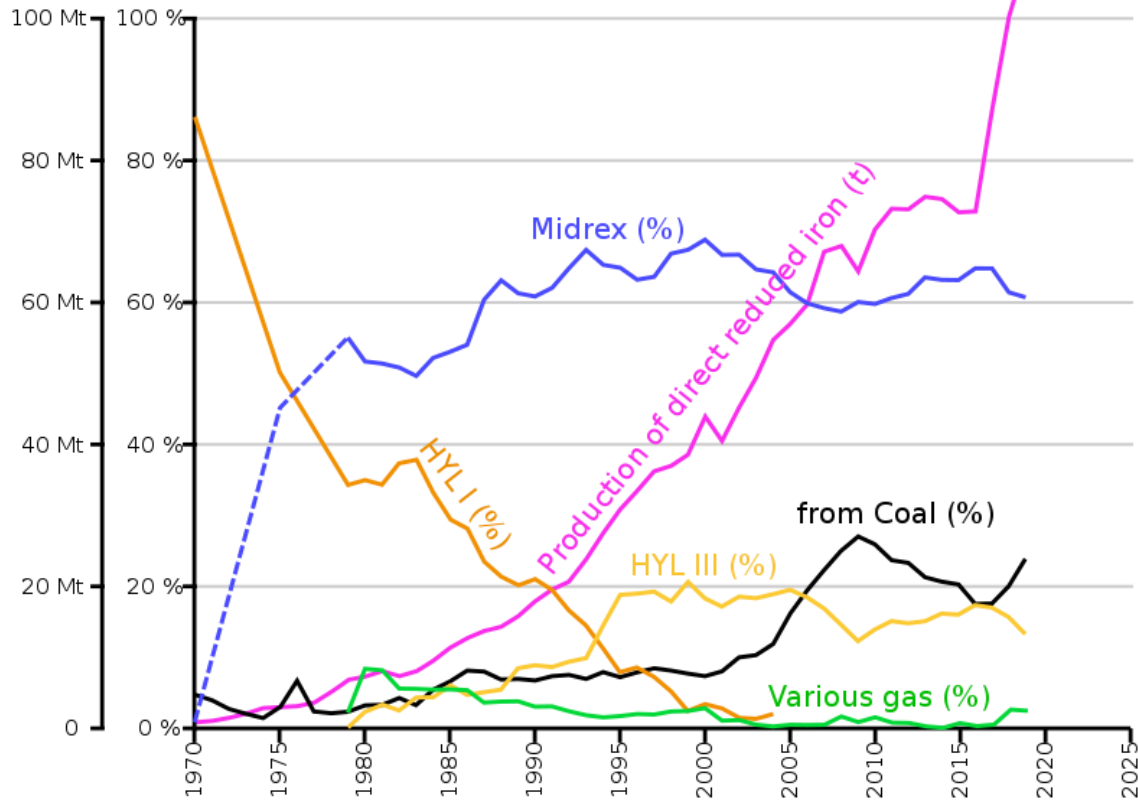


# Limity využití vodíku – koksová kostra

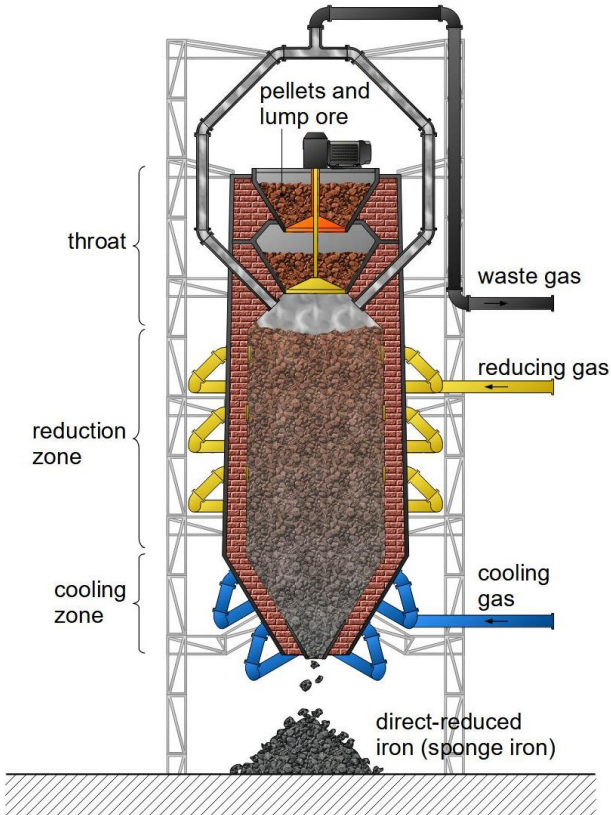


Nelze zcela nahradit koks ve vysoké peci, ze spotřeby cca. 500 kg/tHM koks je možno vodíkem nahradit max. 230 kg/tHM a zbytek musí být stále zajištěn koksovou kostrou. Nicméně je možno snížit emise CO<sub>2</sub> cca. o 40% (na 1,2 tuny/t oceli)

# Náhrada Vysoké pece technologií DRI



# Náhrada Vysoké pece technologií DRI



Přímá redukce za pomoci zemního plynu



Výhoda proces DRI probíhá při teplotách do 1.000 °C (vs Vysoká pec 2.000°C)

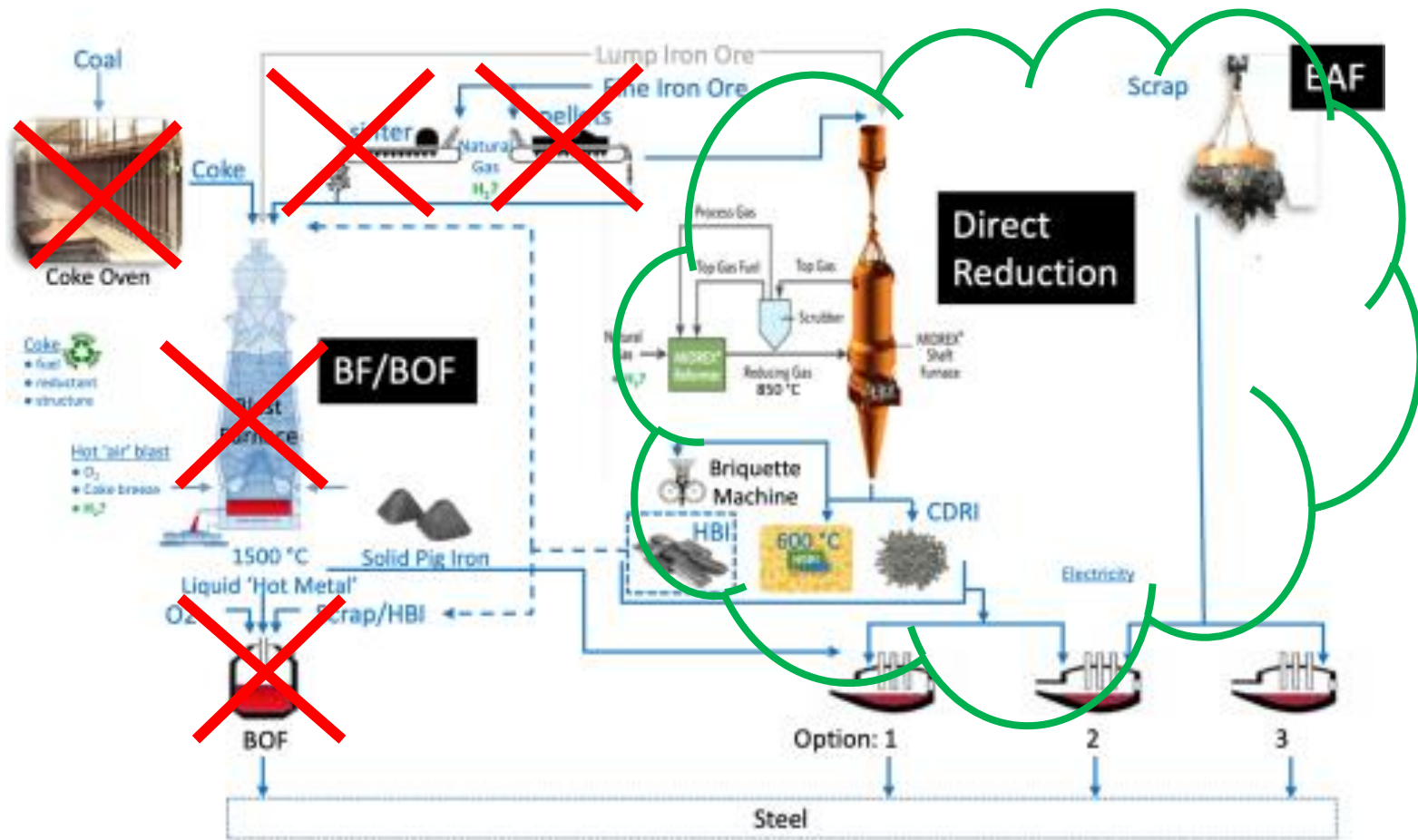
V případě zeleného vodíku CO<sub>2</sub> free technologie



# DRI závod Jižní Afrika Saldanha



# Náhrada Vysoké pece technologií DRI



# Budoucí směr výroby oceli CO<sub>2</sub> free v Evropě

- EAF pece, tavení šrotu zelenou elektřinou
- DRI závody a výroba DRI železa  $\Rightarrow$  tavení DRI zelenou elektřinou

**Budeme účastni největší technologické změny od dob průmyslové revoluce**