

Historie železářského hutnictví na Českomoravské vysočině

Karel Stránský

1. Úvod

Výroba železa měla vliv na většinu starých evropských civilizací, nevyjímaje ty, které existovaly na našem území. Jakmile člověk zvládl technologii výrobního postupu natolik, že ji dovedl řídit, vyrobit kov praktické upotřebitelnosti a v dostatečném množství, stalo se železo materiálem, s nímž se nemohla měřit žádná ze surovin, užívaných od nejstarších dob k výrobě zbraní a nářadí.

Českomoravská vrchovina, jejíž nejvyšší vrcholy jsou Javořice (837 m) v jižní části a Devět skal (836 m) v části severní a která je nejrozsáhlejší horopisnou oblastí Čech a Moravy (11 750 km²), byla svou polohou jako horské pásmo v Evropě známa již Klaudiu Ptolemaiovi [1]. I když se omezíme na necelou polovinu pásma Českomoravské vrchoviny (asi na 5700 km²) vymezeného podle obr. 1 přibližně městy Žďár nad Sázavou, Křižanov, Rosice, Třebíč, Jevišovice, Slavonice a Jihlava, je nesnadné říci, kde zde došlo k prvním pokusům vyrábět železo z rud. Nejstarší, vcelku spolehlivě doložené nálezy dolování a zpracování železné rudy, pocházejí z jihovýchodního svahu kopce Milenka (574 m), zdvýchajícího se severně od Kunštátu a sahají do 10. a 11. století [2]. Souvisejí s postupnou kolonizací nepřístupných lesních hvozdů z moravské i české strany Vrchoviny.

K výrobě železa předurčovala tuto oblast Vrchoviny řada nalezišť železných rud, od místních nálezů až k velkým ložiskům, rozsáhlé lesy, bez nichž nebyla výroba železa využívající jako paliva dřevěného uhlí vůbec myslitelná a rezervoáry vodní energie, kterou však bylo třeba uzpůsobit k řádnému využití stavbou rybníků a vodních děl [3]. V tomto příspěvku je podán stručný přehled historie železářského hutnictví ve vymezeném teritoriu Českomoravské vrchoviny od nejstarších dob, přes vrchol výroby železa v období průmyslové revoluce, až po jeho zánik koncem 19. století. Příspěvek je zpracován na podkladě literárních i archivních pramenů a vlastního terénního průzkumu a rozborů.

2. Zdroje

2.1. Železné rudy

V oblasti Žďárska, Jihlavska a Třebíčska (obr. 1) se na moravské straně nacházelo, podle Krufova kompendia [4], přes osmdesát dolů na železnou rudu, včetně dolů na pyrit. Převládala ložiska skarnového typu (asi z 1/3), v nichž se těžil magnetit a méně limonit. Dále to byla asi z 1/5 celkového počtu ložiska tvořená vnějšími fylity, asi z 1/5 ložiska tvořená biotickými rulami, obsahující v obou případech limonity, a asi z 1/7 ložiska tvořená rulami na kontaktu s fylitem a tvořená svory s krystalickými vápenci, jež obsahovala limonity a magnetity. V malém počtu, asi 1/4 dolů, to byla ložiska tvořená křídovými sedimenty, v nichž se těžil limonit a jen malý počet dolů, asi 1/20, dovoľoval těžbu hematitu, sideritu a pyritu.

Co do poměru těžných druhů železných rud a pyritu převládal na těchto lokalitách limonit (54 %) a magnetit (34 %), tj. asi na 7/8 lokalit se těžily tyto dva druhy železných rud. Na zbývající 1/8 lokalit se těžil hematit (5,4 %), siderit (4,3 %) a pyrit (2,2 %).

Dosud nevytěžené a nejbohatší železnorudné ložisko je v Budči, jihozápadně od Žďáru nad Sázavou. Podle geologického průzkumu jsou zde známy dva výskyty skarnu [4]. Hlavní je necelého půl kilometru severně od obce, menší v lesíku jihovýchodně od obce. Středověkými pracemi byla otevřena jeho severní část. Písemně je doloženo dolování v letech 1838 až

1861. Podle novodobých vrtných a báňských prací (1956) je skarn uložen na styku orto a pararul a jeho hlavní složkou je pyroxenický skarn s nepravidelně vtroušeným magnetitem. Jde o kvalitní rudu s kovnatostí 60 % Fe. Skarn tvoří dvě podlouhlé, nad sebou ležící čočky, které se zčásti překrývají. Horní má směrnou délku 300 m, šířku 100 m a maximální mocnost 30 m. Délka spodní čočky je rovněž kolem 300 m, šířka dosahuje 80 m a mocnost 60 m [4]. To přibližně odpovídá zásobě 4,8 mil. tun jakostní železné rudy a při kovnatosti 60 % asi 2,9 mil. tun železa.

V současné době se železná ruda v oblasti Českomoravské vrchoviny již nikde netěží. Pouze na české straně Vrchoviny probíhá v Ranském masivu hlubinná těžba polymetalických rud. Z předchozího přehledu je však zřejmé, že nedostatek jakostních železných rud nemohl být, a též nebyl limitujícím činitelem výroby železa v této oblasti.

2.2 Palivo

Pro dýmačky, redukční šachtové i výhňové pece a kujnicí výhňe bylo používáno výhradně dřevěné uhlí, které vyniká značnou reaktivností a čistotou, takže jím bylo možno získat z čistých rud jakostní druhy želez. Dřevěné uhlí má v suchém stavu 85 až 90 % C, 2 až 3 % H, 5 až 10 % O [5] a asi 1 % popela. Fosforu obsahuje v popelu nejvýše 2 %. Jeden m³ nasypaného dřevěného uhlí z tvrdého listnatého dřeva má hmotnost 200 až 240 kg, ze smrku 140 kg a z jedle 120 až 125 kg [5].

Pro vysoké pece se hodí pouze koksová paliva, jako dřevěné uhlí a černouhelný koks, nebo jim blízká přirozená paliva, jako antracit s 92 až 95 % uhlíku v hořlavině, který je nespékavý. Jiná přirozená paliva, například rašelina (která byla a dosud je na Českomoravské vrchovině k dispozici), obsahující nad 50 % spalitelných látek a bohatší těkavými zplodinami, způsobují svou spékavostí, puchnutím, rozpadáváním a vznikajícími dehtovými zplodinami ve vysoké peci potíže [5].

Rozsáhlé lesní komplexy (revíry) Českomoravské vrchoviny byly zpočátku, v době přímé výroby železa z rud (tab. I), postačujícím zdrojem dřeva, jehož mířováním se získalo jakostní dřevěné uhlí, s přirozenou obnovou lesů. S rozvojem nepřímé výroby železa z rud, spojeným v této oblasti se stavbou dřevouhelných vysokých pecí a kujnicích výhňí a s celkovým několikanásobným zvýšením produkce železa, se však po jisté době začal projevovat nedostatek dřeva a dřevěného uhlí. První zprávy o nedostatku dřeva se objevují v souvislosti s větrnou bouří v prosinci roku 1740, a poté již pravidelně až do zániku provozu dřevouhelných vysokých pecí [3] koncem 19. stol.

Přes četné pokusy s použitím rašeliny jako náhradního paliva pro vysoké pece se nedosáhlo úspěchu a rašelina se neosvědčila. Rašelina byla používána např. v hutích v Ransku a Polničce tak, že se spalovala s dřevěným uhlím v poměru 1 : 1. V roce 1849 se spotřebovalo v Ransku a v Polničce k tomuto účelu 3725 tun rašeliny [3]. Byla zde též využívána v 19. stol. k pohonu parního stroje, který poháněl dmyhadla větru do vysoké pece při nedostatku vodní energie.

Ve sledované oblasti pracovala pouze jediná vysoká pec vytápěná koksem, a to v Zastávce v rosicko-oslavanském kamenouhelném revíru. Koksové uhlí těžené v tomto revíru se však nehodilo pro výrobu vysokopecního koksu pro vysoký obsah síry. Vysoká pec v Zastávce u Brna byla zřejmě z toho důvodu po deseti letech existence vyřazena z provozu, neboť jakost výrobků ze surového železa v ní vyrobeného nebyla schopna soutěže [6]. S výjimkou huti v Zastávce nedošlo také nikde ke zřízení pudloven, přičemž hlavní příčina spočívala v cenové nedostupnosti minerálního uhlí.

Palivo, dřevěné uhlí, tak tvořilo v období nepřímé výroby železa z rud z počátku něco více než 1/3 (35 % - 1699) a později více než 2/3 (67 % - 1775) všech nákladů na výrobu železa ve zdejších hutích [3] a stávalo se postupně hlavním limitujícím článkem výroby.

2.3 Energie k pohonu kladiv a dmýchadel

Zdrojem energie k dmýchání vzduchu do nízkých šachtových redukčních pecí a výhni byla až do 13. stol. lidská síla [9]. Vodní kolo bylo používáno jako pohonná jednotka v hamrech k pohonu měchů a kladiv na přelomu 12. a 13. století a zejména ve 13. století, avšak první písemné zprávy o hamrech se objevují na našem území až ve 14. století [10]. Do té doby lze hovořit o předhamerském údobí přímé výroby železa z rud a hutě se nacházely zpravidla poblíž nalezišť železných rud, často nezávisle na vodních tocích. S použitím vodní energie se železné hutě stěhují do údolí k vodním tokům a jejich součástí se stává vodní dílo. Můžeme hovořit o hamerském údobí přímé výroby železa z rud, jak ukazuje členění v tab. 1. Tato technická revoluce přinesla podstatné zvýšení výkonu (z hodnoty asi 0,043 ks (HP) u člověka na asi 1,73 ks u kola na spodní vodu a na asi 2,33 ks u kola na svrchní vodu [9]) a též výrobnosti, spojené se zvětšením objemu a výšky pecí. K zajištění stálého průtoku vody jsou zakládány v pramenité oblasti Českomoravské vrchoviny četné rybníky, z nichž jmenujeme např. Velké Dářko v pramenité oblasti Sázavy o rozloze 206 ha, v nadmořské výšce 616 m, založené roku 1480 spolu s dalšími (Malé Dářko, Železný, Stříbrný, Nový rybník a Hamerský) Viktorinem z Kunštátu k pohonu hamrů v Polničce. K obdobnému účelu byl zřízen i Milovský rybník (10 ha, roku 1610), Ořechovské rybníky na Bítýšce (Velký Chlostov, Chlostůvek, Ořechovský, Tvrzský a Hamerský) v nadmořské výšce kolem 600 m, Hamerský rybník na Myslůvce u Telče a mnohé další.

Řeky a potoky Českomoravské vrchoviny měly během roku kolísavý průtok a jejich průměrná vydatnost při ústí (m^3/s) klesala v posloupnosti: Svratka (29,8), Sázava (25,2), Jihlava (11,8), Chrudimka (7,7), Oslava (3,9), Doubravka (3, 3), Loučka, do níž ústí Libochovka a Olešná (2,0), Jevišovka (1,0) a Bílý potok nazývaný v pramenité oblasti Bítýška (0,4).

V údobí nepřímé výroby železa z rud trpěla řada vysokých pecí následkem kolísavého průtoku nedostatkem vody, takže musel být omezován jejich provoz. Patřily k nim zejména vysoká pec v Pusté Kamenici, v Dlouhém u Nového Města na Moravě, v Ořechově, Kundraticích, Martínkově, ale též v Ransku, Polničce a Olešničce, kde byly později v 19. stol. instalovány jako záložní zdroj energie parní stroje [3].

Nedostatek energie k pohonu zařízení v hutích se v oblasti Vrchoviny projevil jako další nepříznivě působící činitel, silně omezující plynulost výroby, zejména ve druhé pol. 19. století, kdy zdejší železářny již procházely silnou hospodářskou krizí. V téže době se hutě v Zastávce již opíraly jen o parní stroje o instalovaném výkonu 166 kW (1kW = 1,36 ks).

3. Výrobní lokality

3.1 Přímá výroba železa z rud - předhamerské údobí

Keltské hutnictví, stejně jako laténská technika zpracování železných rud, do oblasti Českomoravské vrchoviny nepronikly [2,11]. První nálezy dokládající dolování a zpracování železné rudy se vztahují, jak bylo uvedeno v úvodu, k 10. století, kdy byly české země již několik set let osídleny Slovany. Nálezy se vztahují ke Kunštátsku a lze je pokládat za průkazné [2]. Další archeologicky spolehlivě doložené nálezy dolování a zpracování železných rud v uvažované oblasti chybějí. Existují však zprávy o místních nálezích hutnických železářských strusek a keramiky pocházejících z 12. stol. z osady Ruda u Velkého Meziříčí a

z první poloviny 13. stol. z lokality Staré Město, nacházející se severozápadně od Žďáru nad Sázavou [12]. Je velmi pravděpodobné, že takových lokalit přímé výroby železa z rud v dýmačkách spojených s kolonizací Vrchoviny, probíhající velmi intenzivně ve 12. až 13. století, je více, avšak nebyly dosud odkryty. Pro tři předchozí lokality je charakteristická jejich poloha na náhorní rovině v dosti velké vzdálenosti (několik set metrů) od vodních toků. Rozpětí dat přímé výroby železa z rud v dýmačkách pokrývá téměř pět století (obr. 1).

3.2 Přímá výroba železa z rud - hamerské údobí

Je pravděpodobné, že hamry s redukčními pecemi, ať již šachtovými, či výhňovými, a s hamerskými kladivy poháněnými vodními koly, navazovaly na předchozí zpracování železných rud v dýmačkách s tím rozdílem, že byly nově zřizovány na vodních tocích, a to zároveň s vodním dílem. Nešlo totiž o inovaci metalurgického pochodu. Tak například výroba železa na kunštátsku měla nepochybně nepřetržitou tradici až do hamerského údobí, neboť na kunštátském panství se připomíná hamr již k roku 1350 a 1376 [2,13], což je vůbec nejstarší písemný údaj o existenci hamru v českých zemích.

Přehled prvních písemných záznamů o existenci hamrů k přímé výrobě železa z rud je v tab. II. Šlo nejméně o dvacet lokalit s největším počtem hamrů uvedených do provozu kolem roku 1460, kdy byl českým králem Jiří z Kunštátu a Poděbrad a na Vrchovině vlastnil rozsáhlé statky jeho syn Viktorin. Bylo to období obnovené prosperity Českého státu i Moravy po husitských válkách. (Soubor dat je charakterizován normálním rozdělením 1460 ± 75 roků). Poslední hamr vybavený redukčními pecemi byl zřízen v Batelově u Jihlavy (1625) krátce před zahájením trvalého provozu dřevouhelných vysokých pecí. Rozpětí dat pokrývá časový úsek 275 roků.

3.3 Nepřímá výroba železa z rud

Má se za to, že první dřevouhelná vysoká pec byla v našich zemích uvedena do provozu Jindřichem Kašparem de Sart v Karlově Huti na Podbrdsku v roce či před rokem 1596, neboť již téhož roku byly od de Sarta objednány lité dělové koule [14]. Jak plyne z přehledové tab. III, zachytilo železářství na Českomoravské vrchovině tento inovační krok v plném rozsahu teprve v roce 1651, to znamená po 55 letech, v nichž proběhlo stavovské povstání a následné ničivé švédské války. Pokus o zřízení hamru (vysoké pece?) v bývalém konventu žďárského kláštera, po němž se zachovaly pouze kyselé vysokopecní strusky, nelze totiž v žádném případě pokládat za úspěšný, i když patrně šlo o vysokou pec.

Zároveň s vysokými pecemi jsou na Vrchovině zřizovány hamry s kujnicími výhňemi, jejichž přehled s uvedením prvního písemného záznamu je v tab. IV. Maximum prvních písemných zpráv o zřízení hamrů s instalovanými kujnicími výhňemi se vztahuje k roku 1735 (soubor dat je charakterizován normálním rozdělením 1735 ± 65 roků) a je o čtvrt století posunuto za období let 1701 až 1725, kdy na Vrchovině pracoval největší počet dřevouhelných vysokých pecí (tab. V). Maximum současně provozovaných vysokých pecí, zahrnující deset lokalit, se pak kryje se závěrem období merkantilismu, v němž jednotlivá panství usilovala o aktivní obchodní a hospodářskou bilanci opřenu o maximální využití svého vlastního přírodního a lidského potenciálu.

Je přitom pozoruhodné, že nové vysokopecní lokality a nově zřizované kujnicí výhně se všeobecně nekryjí s lokalitami hamrů vybavených redukčními pecemi. Například u 41 nových provozů s instalovanými kujnicími výhňemi (tab. IV), lze pouze ve čtyřech případech předpokládat kontinuitu s hamry původně vybavenými redukčními pecemi (tj. v 9,8 % případů). Byly to lokality v Polničce, Ransku, Borovci u Štěpánova a v Batelově u Jihlavy, které

zachytily nástup nových technologií. Z dvaceti lokalit hamrů s redukčními pecemi tedy 16 trvale zaniká a pouze 1/5 je přestavěna na hamry s kujnicími výhněmi.

Hutnictví na Českomoravské vrchovině zaznamenalo ještě oživení v napoleonských válkách, kdy následkem blokády Anglie vzrostla poptávka po kujném železe a lité munici. V první čtvrtině 19. stol. pracovalo na Vrchovině devět dřevouhelných vysokých pecí v kampaních o délce 40 až 45 týdnů a s kapacitou 370 až 900 t surového železa ročně z čehož připadlo asi 70 až 77 % na železo ke zkujnění, zbytek na litinu. Avšak již v polovině téhož století se objevily počátky odbytové krize z cenových důvodů, spojené s prudkým nástupem vysokých pecí vytápěných koksem na Ostravsku. Krizi nepřekonala ani jediná koksová vysoká pec Vrchoviny stojící v Zastávce na Rosicku a během druhé poloviny 19. stol. zde všechny vysoké pece vyhasly. Byly v trvalém provozu od roku 1651 do roku 1886, tj. celkem 235 let (tab. VI). S vysokými pecemi zanikají i hamry s kujnicími výhněmi a jediné pudlovy v Zastávce. Do současnosti přetrvaly na bývalých hutních lokalitách slévárenské provozy s kuplovnami ve Štěpánově nad Svratkou a v Ransku, do roku 1965 v Zastávce u Brna, a strojírenské provozy v Batelově u Jihlavy.

Teprve po druhé světové válce, začátkem padesátých let, dochází na Vrchovině k oživení slévárenských tradic a vznikají nové provozy přesného lití a strojírenský závod ve Velké Bíteši, jako pobočný závod První brněnské strojírný a strojírenský závod s ocelárnou ve Žďáře nad Sázavou, dnešní Žďas. Oba podniky byly vybudovány nedaleko bývalých hutních lokalit a mohou čerpat z tradic dnes v tomto kraji zaniklého železářského hutnictví.

4. Příčiny a následky zániku železářského hutnictví na Českomoravské vrchovině

Padesátá léta 19. století přinesla základní nepříznivé změny ve vývoji železářství v této oblasti. Ve všech místních podnicích se projevoval nedostatek dřeva k výrobě dřevěného uhlí, jehož cena tím rychle rostla. I když železné rudy byl dostatek, její dovoz ze vzdálených lokalit neúměrně zvyšoval výrobní náklady. Mnohé z hutí se potýkaly též s nedostatkem vodní energie a s jejími proměnlivými zdroji při pohonu dmýchadel a hamerských kladiv a dalších zařízení, což při instalaci parních strojů k zajištění stálého výkonu vedlo k dalšímu zvýšení spotřeby paliva. Minerální palivo, používané ve vysokých pecích, kuplovnách a v pudlovacích pecích (pudlování bylo zavedeno již v roce 1830 ve Vítkovicích [15]) i v ostatních zařízeních v železárnách, jež se nacházely v blízkosti ložisek černého uhlí, pak umožnilo s využitím nových metalurgických postupů podstatné zvýšení produktivity a drastické snížení ceny železa na trhu. Tak například v roce 1865 bylo ve Vítkovicích zavedeno bessemerování, 1879 na Kladně thomasování a v roce 1878 ve Vítkovicích martinování, přičemž všechny uvedené pochody již zpracovávaly surové železo z vysokých pecí vytápěných hutnickým koksem a produkovaly jakostní a několikanásobně levnější "plávkovou" ocel. Tomuto konkurenčnímu tlaku a hospodářské krizi v letech 1873 až 1879 žádný z železářských podniků na Vrchovině neodolal a nezachytil nástup v té době nových, mnohem produktivnějších technologií. Negativní úlohu zde sehrálo též chybějící železniční spojení, k jehož stavbě došlo až po zániku hutí, a to koncem 19. stol. a začátkem 20. století.

Zrušení podniků přineslo dělnictvu a ostatním zaměstnancům hodně bídy, starostí i utrpení a vedlo k růstu vystěhovalectví, zejména do Severní Ameriky [16]. Toto vystěhovalectví proběhlo ve dvou vlnách, v první začátkem padesátých let, ve druhé koncem sedmdesátých let minulého století, s přesahem až do první světové války.

Zánik železářství měl však též světlé stránky. Vysočina, jak je tento kraj místně nazýván, se ekologicky zotavila z ran, které jí předtím hutnictví uštědřilo, a vyrostla do krásy, kterou již začátkem dvacátého století ocenili a dodnes oceňují básníci, literáti a malíři. nevyjímaje prostě

občany této země, které trvale přitahuje její nevtíravá krása, harmonie polí, lesů a luk i architektura lidských sídel.

Literatura

- [1] Šimek, E.: Velká germanie Klaudia Ptolemaia. Masarykova univerzita. Sv. III, část I., Brno, 1949.
- [2] Pleiner, R.: Základy slovanského železářského hutnictví v českých zemích. NČSAV, Praha, 1958.
- [3] Kreps, M.: Železářství na Žďársku. Blok, Brno, 1970.
- [4] Krufa, T.: Moravské nerosty a jejich literatura 1940-1965. Moravské muzeum, Brno, 1968.
- [5] Quadrat, O.: Základy metalurgie železa. SNTL, Praha, 1953.
- [6] Kučera, K.: Železářství mezi Velkou Bíteší a Veverskou Bítýškou. Technické muzeum v Brně, Brno, 1980.
- [7] Kreps, M.: Soupis železných hutí na Moravě a ve Slezsku v období feudalismu. NTM v Praze, sv. 36, Praha, 1968.
- [8] Pleiner, R. - Kořan, J. - Kučera, M. - Vozár, J.: Dějiny hutnictví železa v Československu I. Academia Praha, 1984.
- [9] Nový, L. aj.: Dějiny techniky v Československu. Academia, Praha, 1974.
- [10] Jílek, F. - Kuba, J. - Jílková, J.: Světové vynálezy v datech. Mladá fronta, Praha 1977.
- [11] Filip, J.: Keltská civilizace a její dědictví. NČSAV, Praha, 1963.
- [12] Stránská, R. - Stránský, K.: Železářské strusky z lokality Žďár nad Sázavou - Staré Město. In: Archeologia Technica. TM v Brně, 1992, č. 7, s. 36-40.
- [13] Kořan, J.: Staré české železářství. Knižnice Dějiny práce sv. I, Praha 1946.
- [14] Hofmann, G.: Komorní železářny na Podbrdsku. Rozpravy NTM v Praze, Praha, 1968, s. 25.
- [15] Bohuš, O.: Stručné dějiny ocelářství na území Československa. 1830 - 1975. TEVUHP, řada 20, Praha 1980.
- [16] Hoffmannová, J.: Vystěhovalectví z Polné do Severní Ameriky. Nakladatelství Vysočina, Havlíčkův Brod, 1969.

Tab. I Hutnictví železa na českomoravské vrchovině

PŘÍMÁ VÝROBA ŽELEZA Z RUD

PŘEDHAMERSKÉ ÚDOBÍ - bez použití vodní energie k dmýchání vzduchu do pecí a k pohonu kladiv

ŠACHTOVÉ REDUKČNÍ PECE, DÝMAČKY - nízké pece, palivo dřevěné uhlí, ke zpracování chudších rud

VÝHŇOVÉ REDUKČNÍ PECE - palivo dřevěné uhlí, ke zpracování bohatších rud

HLAVNÍ PRODUKT - železná houba vyžadující kovářské zpracování, ojediněle jako chybný (zmetkový) produkt surové železo (pig iron, swine iron)

ODPADNÍ PRODUKT - strusky, plyny (A)

ÚDOBÍ od 10. stol. do 14. stol.

HAMERSKÉ ÚDOBÍ - s použitím vodní energie k dmýchání vzduchu do pecí a k pohonu kladiv

ŠACHTOVÉ REDUKČNÍ PECE, KUSOVÉ - vyšší pece, palivo dřevěné uhlí, ke zpracování chudších rud

VÝHŇOVÉ REDUKČNÍ PECE - palivo dřevěné uhlí, ke zpracování bohatších rud

HLAVNÍ PRODUKT - železná houba vyžadující kovářské zpracování, občas jako chybný produkt (pig-swine iron)

ODPADNÍ PRODUKT - strusky plyny (B)

ÚDOBÍ od 14. stol. (1350) do 17. stol. (1625)

NEPŘÍMÁ VÝROBA ŽELEZA Z RUD

DŘEVOUHELNÉ VYSOKÉ PECE - redukční šachtové pece s hranolovitou nístějí, palivo dřevěné uhlí (rašelina)

HLAVNÍ PRODUKT - surové železo slévárenské a ke zkujňování (ocelářské), (litina I. tavení)

ODPADNÍ PRODUKT - strusky, plyny (C)

ÚDOBÍ 1614 - 1886

KUJNÍČÍ VÝHŇĚ - výhňové pece pracující oxidačním pochodem, palivo dřevěné uhlí

HLAVNÍ PRODUKT - kujné železo (svárkové), tyčovina, hřebíkářské, plech, drát, nářadí

ODPADNÍ PRODUKT - strusky, plyny (D)

ÚDOBÍ od 17. stol. (1651) do konce 19. stol.

ŠACHTOVÉ PŘETAVOVACÍ PECE, KUPLOVNY - pece pracující v oxidačně-redukčním režimu, palivo dřevěné uhlí, později (19. stol.) minerální palivo (koks)

HLAVNÍ PRODUKT - litina II. tavení (odlitky)

ODPADNÍ PRODUKT - strusky, plyny (E)

ÚDOBÍ od 17. stol. až po současnost

VYSOKÉ PECE NA MINERÁLNÍ PALIVO - redukční šachtové pece s válcovou nístějí, palivo hutní koks, s ohřevem větru

HLAVNÍ PRODUKT - surová železa slévárenská a ocelářská

ODPADNÍ PRODUKT - strusky, kychtový plyn (F)

ÚDOBÍ - od roku 1862 do roku 1872

PUDLOVACÍ PECE - plamenné pece pracující oxidačním pochodem, palivo černé uhlí

HLAVNÍ PRODUKT - kujné železo (svárkové), výtečně svařitelné

ODPADNÍ PRODUKT - strusky, plyny (G)

ÚDOBÍ - druhá polovina 19. stol.

KUPLOVNY - pece pracující v oxidačně-redukčním režimu, palivo hutní koks

HLAVNÍ PRODUKT - litina II. tavení (odlitky)

ODPADNÍ PRODUKT - strusky, plyny (H)

ÚDOBÍ - druhá polovina 19. stol. až 1965

Tab. II Hamry s redukčními pecemi v období přímé výroby železa z rud na Českomoravské vrchovině

Poř. čís.	Lokalita	(První záznam)	Poř. čís.	Lokalita	(První záznam)
1	Kunštát na Moravě	(1350)	11	Nové Město na Moravě	(1458)
2	Polnička u Žďáru nad Sázavou	(1366)	12	Železné Horky u Havl. Borové	(1464)
3	Hamrová u Třešně	(1376)	13	Sázava u Žďáru nad Sázavou	(1481)
4	Staré Ransko u Chotěboře	(1393)	14	Pořežín u Žďáru nad Sázavou	(1482)
5	Dolní Hamry u Žďáru nad Sázavou	(1409)	15	Horní Hamry u Žďáru nad Sázavou	(1485)
6	Najdek u Žďáru nad Sázavou	(1409)	16	Ronov u Přibyslavě	(1493)
7	Žďár nad Sázavou	(1409)	17	Rakové u Nedvědice nad Pernštejnem	(1. pol. 16. stol)
8	Lažánky u Veverské Bítýšky	(1420)	18	Velká Losenice u Žďáru nad Sázavou	(1557)
9	Přibislav u Havlíčkova Brodu	(1453)	19	Borovec u Štěpánova	(1588)
10	Šlakhamry u Žďáru nad Sázavou	(1458)	20	Batelov u Jihlavy	(1625)

Tab. III Vysoké pece na Českomoravské vrchovině

Poř. čís.	Oblast	Lokalita	Vznik-zánik	Zdroj energie	Pozn.
1	Žďársko	Žďár nad Sázavou	1614-1650	Sázava	[7]A
2		Kadov	1651-1874	Fryšávka	[3]
3		Polnička	1653-1862	Sázava	[3]
4	Poličsko	Hamry u Svojanova	1658-1675	Zlatý potok Křetínka	[3]
5	Pernštejsko	Olešnička	1662-1861	Svratka	[3]
6	Novoměstsko	Dlouhé	1666-1741	Olešná	[7]
7	Třebíčsko	Martínkov	1669-1680	Žlaby (potok)	[7]
8	Žďársko	Staré Ransko	1670-1886	Doubravka	[3]
9		Krásné	1687-1740	Svratka	[8]
10		Sobíňov	1690-1742	Doubravka	[3]
11	Křižanovsko	Kundratice	1691-1710	Libochovka	[3]
12		Ořečov	1703-1710	Bítýška	[3]
13	Jevišovsko	Vevčice	1706-?	Jevišovka	[7]
14	Hlinecko	Hamry u Hlinska	1710-1743	Chrudimka	[3]
15	Velkobítežsko	Šmelcovna (Veverská huť)	1716-1860	Bílý potok	[7]
16	Žďársko	Svratka (Cikánka)	1717-1735	Svratka	[3]
17		Pustá Kamenice	1723-1831	Kamenická voda (potok)	[3]
18		Čachnov	1733-?	Čachnovský potok	[3]
19	Pernštejsko	Prudká	1740-1857	Svratka	[7]
20	Žďársko	Milovy	1741-1830	Milovský rybník	[3]
23	Slavonicko	Dolní Bolíkov	1810-1878	Bolíkovský potok	[7]
24	Pernštejsko	Štěpánov nad Svratkou	1862-1875	Svratka	[7]
25	Rosicko	Zastávka (Boží Požehnutí)	1862-1872	Parní stroje instal. výkonu 166 kW	[6]B

Tab. IV Hamry s kujnicími výhněmi v období nepřímé výroby železa z rud na Českomoravské vrchovině

Poř. číslo	Lokalita (První záznam)	Poř. číslo	Lokalita (První záznam)
1	Kuklík u Nov. Města na Moravě (1651)	22	Prudká u Nedvědice (1740)
2	Líšná u Nov. Města na Moravě (1651)	23	Brušovec u Nov. Města na Moravě (1741)
3	Nové Město na Moravě (1651)	24	Kadov u Nov. Města na Moravě (1741)
4	Vříšť u Nov. Města na Moravě (1651)	25	Křižánky u Nov. Města na Moravě (1741)
5	Přibislavice u Třebíče (pol. 17.st.)	26	Milovy u Nov. Města na Moravě (1741)
6	Lačnov u Poličky (1659)	27	Borovec u Štěpánova (1745)
7	Olešnička u Štěpánova (1660)	28	Batelov u Jihlavy (1750)
8	Vír u Bystřice nad Pernštejnem (1660)	29	Březí nad Oslavou (1750)
9	Rudlice u Jevišovic (1665)	30	Polnička u Žďáru nad Sázavou (1753)
10	Dlouhé u Nov. Města na Moravě (1666)	31	Pustá Kamenice u Žďáru nad Sázavou (1753)
11	Martínkov u Mor. Budějovic (1680)	32	Staré Ransko u Chotěboře (1753)
12	Krahulčí u Telče (1684)	33	Dolní Bolíkov u Slavonic (1815)
13	Krásné u Nov. Města na Moravě (1687)	34	Lipnice u Dačic (1823)
14	Kundratice u Křižanova (1690)	35	Staré Hobzí u Slavonic (1823)
15	Sklené nad Oslavou (1690)	36	Řidelov u Telče (1830)
16	Ořechov u Křižanova (1700)	37	Habří u Rožné nad Pernštejnem (1836)
17	Horní Libochová u Křižanova (1703)	38	Hluboké u Velké Bíteše (1836)
18	Vevčice u Jevišovic (1706)	39	Chudobín u Bystřice nad Pernštejnem (1836)
19	Bystré u Poličky (1710)	40	Veverská Bítýska u Velké Bíteše (1836)
20	Javorek u Velké Bíteše (1710)	41	Dolní Radíkov u Dačic (1846)
21	Malý Ratmírov u Jindřichova Hradce (1734)	42	Bílek u Chotěboře (1848)

Tab. V Počet vysokých pecí na Českomoravské vrchovině a jejich četnost v 17. až 19. století

Období (roky)	N_v	N_z	N_v^k	N_z^k	N_p	Poznámka
1601-1625	1	0	1	0	1	Žďár nad Sázavou (1614)(?)
1626-1650	0	1	1	1	0	
1651-1675	7	1	8	2	6	
1676-1700	3	2	11	4	7	
1701-1725	6	3	17	7	10	
1726-1750	3	4	20	11	9	
1751-1775	0	1	20	12	8	
1776-1800	0	0	20	12	8	
1801-1825	1	0	21	12	9	
1826-1850	0	2	21	14	7	
1851-1875	2	7	23	21	2	
1876-1900	0	2	23	23	0	Dolní Bolíkov (1878) Staré Ransko (1886)

Poznámky k tab. V: N_v počet postavených a provozovaných pecí v daném období
 N_v^k počet celkem postavených a provozovaných pecí od začátku 17. stol. (kumulativní četnost vzniklých pecí)
 N_z počet zaniklých, zrušených pecí v daném období
 N_z^k počet celkem zaniklých, zrušených pecí od začátku 17. stol. (kumulativní četnost zaniklých pecí)
 N_p počet vysokých pecí provozovaných v daném období