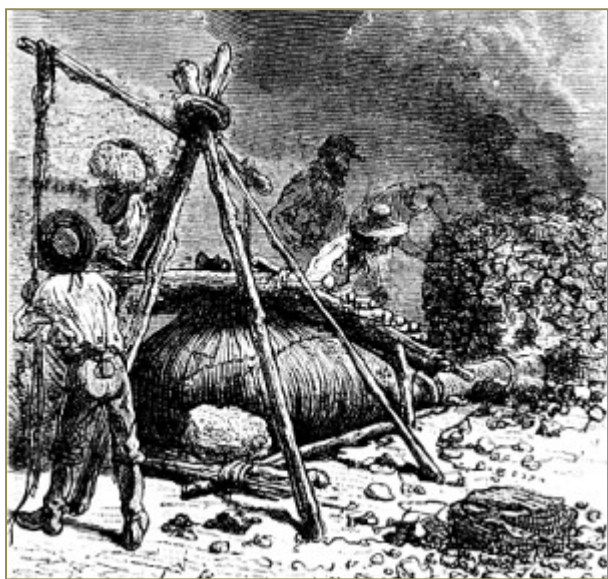


Kde udělali soudruzi na Tajuplném ostrově chybu

Tajuplný ostrov je vedle klasického dobrodružství, podobně jako Robinson Crusoe, ódou na lidský um. Zatímco Robinson ovládl řemesla, trosečníci na Lincolnově ostrově pod vedením inženýra Cyruse Smithe dokázali ovládnout i poměrně náročné technologie. Jednou z nich je výroba železa a oceli.

Tajuplný ostrov mám velmi rád a právě zde jsem se poprvé dočetl o přímé výrobě železa, které se věnuje tento web. Je snad logické, že se pokusím podívat malinko kritickým pohledem na technické popisy, které nám pan Jules Verne předložil.



Přidržím se překladu Václava Netušila, vydaného Albatrosem v roce 1984. Je možné, že některé z pojmových výtek ve skutečnosti jdou na adresu překladu. Navíc i v metalurgii dochází k významovým posunům odborných termínů a to může působit při překladu nemalé potíže. Bohužel nevládnou francouzsky a nemám k dispozici originální text. Pokusím se v budoucnu tento nedostatek napravit a k rozboru původního textu se nějak dopracovat.*

Děj knihy začíná na jaře roku 1865, v době kdy v Evropě probíhá malá metalurgická revoluce. Koks vyrobený z černého uhlí nahrazuje ve vysoké peci do té doby nenahraditelné dřevěné uhlí. Metalurgický průmysl se stěhuje k ložiskům černého uhlí. V

souvislosti s tím krachují četné malé železárny, jejímž typickým zástupcem je naše huť v Josefově. Znalosti inženýra v této době jsou ještě univerzální. Cyrus Smith, inženýr a důstojník americké armády byl jistě obeznámen s aktuálním stavem metalurgie železa. Dále již cituji:

"Ryzí kovy se v přírodě zpravidla nevyskytují. Ve většině případů je nacházíme v jejich sloučeninách s kyslíkem a se sírou. Dva vzorky, které Cyrus Smith přinesl, představovaly magnetickou bezuhlíkatou rudu a pyrit neboli sirník železitý. První z nich, kysličník železitý, musí být redukován uhlím, což znamená zbaovit rudu kyslíku, který se slučuje s uhlíkem na kysličník uhličitý, a uvolněn je ryzí kov. Redukce se provádí buď tavením rudy s uhlím za vysoké teploty, nebo snadnějším a rychlejším způsobem, který v jedné operaci mění rudu přímo v kov, nebo konečně tavením ve vysoké peci, přičemž se ruda taví v litinu, ta se pak zbaovuje tří až čtyř procent uhlíku a mění se tím v kujné železo.

Co potřeboval Cyrus Smith? Nepotřeboval litinu, nýbrž železo, a musel tedy použít nejrychlejšího způsobu redukce. Ruda, kterou našel, byla bohatá a čistá. Byl to kysličník uložený v mohutných vrstevkách, tmavě šedý, černého vrypu a krystalizující v pravidelných osmistěnech. Poskytuje přirozený magnet a v Evropě slouží k výrobě nejlepší oceli, jakou proslulo Švédsko a Norsko. Nedaleko naleziště této rudy byla i ložiska uhlí, kterého už kolonisté používali. ..."

Až na drobné nepřesnosti lze nechat bez komentáře. Geologické podmínky si autor stvořil sám a nebudu mu mluvit do díla. V další pasáži trosečníci uloví tuleně a vyrobí měchy. Povšechný popis přeskočím, není pro nás důležitý. Velikost měchu odpovídala velikosti dvou cca 2 metry dlouhých tuleňů. Obrázek ukazuje

možnou podobu měchu. Pro ruční práci je sice takový měch zbytečně velký ale snad ne vyloučený. Text dále vrací k pojednání o rudách a technologii redukce:

"Tato velmi bohatá a snadno tavitelná ruda jim dokonale poslouží k onomu druhu redukce, kterého chtěl inženýr použít. Byl to ještě jednodušší způsob, než jakého používají hutníci na Korsice.

Tento způsob vyžaduje postavení pece a taveniště, v němž by se tavila a redukovala ruda střídavě tam navrstvená s uhlím. Cyrus Smith počítal s úsporným postavením pece a chtěl vybudovat z rudy a z uhlí prostou krychlovou stavbu, do níž by vháněl vzduch měchem. Byl to zřejmě způsob, kterého užíli první hutníci na světě a který při dostatku rudy, uhlí a paliva musí mít úspěch, zolášťe za podmínek, v jakých se ocitli kolonisté Lincolnova ostrova."

Popsaná ruda není snadno tavitelná, naopak. Mimo to - správný pojem by zde byl "snadno redukovatelná". Její použití není vyloučeno, ale autor naznačuje, že ruda, kterou našli, byla nejněsnější ke zpracování a to pravda není. Představa, že z uhlí a rudy postavíme krychlovou pec, ve které lze provádět redukcí - tavbu je iluzorní. Jediné, co lze, je nasypat uhlí a rudu na hromadu. Tomu nakonec odpovídá i další text. Proto považuji výše uvedenou zmínku stavby jako malebný, leč čistokrevný nesmysl, na kterém netrvá snad ani autor. Citovanou Korsickou výheň si nechávám na konec tohoto vyprávění.

Velmi významnou chybu taviči udělali, pokud použili uhlí. Pokud by je chtěli využít, museli by z něj nejprve vyrobit koks.

"Rudu předem rozdrtili na drobnější kousky a ručně zbavili všech znečišťujících příměsí. Pak uhlí s rudou nakupili ve střídavých vrstvách tak, jak to dělají uhlíři při stavbě mlířů pro zuhelnatění dřeva. Pod proudem vzduchu z měchu se bude uhlík z uhlí slučovat s kyslíkem z rudy na kysličník uhličitý a odnímáním kyslíku rudě, čili redukcí, bude se ruda měnit v ryzí kov."

Velmi správně je zde zmíněna příprava rudné vsázky, bohužel nedošlo na pražení, které je nezbytným krokem. Redukování rudy v podobně jednoduchém zařízení, možné je. Nicméně, metalurg musí splnit některé nutné podmínky.

"Měch z tulení kůže, opatřený na konci rourou z ohnivzdorné hlíny, vyrobenou již dříve v hrnčířské peci, byl přistaven ke kupě rudy. Pohybován mechanismem z dřevěného rámu, provazů a vyvažující přítěže, vháněl do kupy vzdušný proud, který zvyšoval teplotu v peci a usnadňoval chemické pochody, které měly dát kolonistům čisté železo."

Pokud by takové počínání mělo mít úspěch, bylo by třeba zavést vzduch do středu kupy. Tedy vršit vsázku na připravený přívod vzduchu. Tím se dostáváme k tomu, že i nejjednodušší výheň ve skutečnosti vyžaduje jakési drobné stavební úpravy.

"Výsledkem byla železná čocka tvaru houbového klobouku, kterou bylo třeba vykovat a očistit od strusky. Bezděčným kovářům teď chybělo jen kladivo. Byli však ve stejném postavení jako první hutníci, a tak udělali to, co museli udělat i oni."

Výsledek tavby je zde popsán zcela správně. Pravděpodobnost, že se to povedlo při prvním pokusu, pokud touto technologií někdo ze skupiny nepracoval rutinně, považuji za nulovou. Naivní přirovnání k prvním metalurgům železa považuji za ošklivou mystifikaci, snad poplatnou autorově době. Vynálezci železa byli zcela jistě technicky zruční a vybavení civilizovaní lidé (a dovedu si představit že i "knižně" vzdělaní), velmi pravděpodobně rutinně zpracovávající slitiny mědi.

"První odlitek byl prostě upevněn na dřevo, aby jím mohli zpracovávat na žulové kovadlině odlitky další."

Tato věta ční z textu jako jasná ukázka toho, že autor bohužel nemá nejmenší praktickou představu o čem hovoří. I poměrně kvalitní železná houba má strukturu zvětšeného molitanu, vyplněnou velmi křehkou struskou. I kdyby tuto upevnili na nějakou násadu, tak by se po několika úderech rozdrobila. Pochopitelně použít zde pojem "odlitek" je nesmysl.

"Po mnohém úsilí a mnohé námaze měli 25. dubna už několik kusů kovu, který vytvořovali v nástroje: ..."

Vzhledem k tomu, že začali s pokusy 21. dubna tak jsou velmi šikovní. To by zvládla skupina ztroskotavších metalurgů a ještě by se u toho nadřeli. Ve skutečnosti, pokud by měli kus železa, který by byl zpracovatelný v jakýkoliv použitelný nevelký předmět, byl by to velký úspěch.

"Získaný kov nebyl ostatně čistým železem, které by mohlo konat takové služby jako ocel. Ocel je sice železo, ale zbavené dalším tavením uhlíku. Vyrábí se buď odebráním uhlíku litině, nebo přidáním uhlíku měkkému železu. První způsob dekarbonizace litiny dává přirozenou ocel. Způsob přidávání uhlíku k železu dává ocel kalenou."

Základní sdělení je téměř v pořádku. Kalená ocel je ocel, které byla zakalena prudkým ochlazením z kalící teploty. Naprosto to nesouvisí s cestou, kterou byla ocel získána.

"Cyrus Smith se rozhodl pro druhý způsob, protože měl po ruce surové železo. Podařilo se mu to tavením železa s uhelným prachem v peci z ohnivzdorné hlíny."

Tak to se opravdu pochopil. Pokračuje zde sice pojmový mišmaš - surové železo je výsledek redukce ve vysoké peci - tedy nauhličený materiál - litina. Nicméně - natavit kousky železa v kelímku s černým uhlím a tím vyrobit ingot oceli vhodný ke kovářskému zpracování je technologie o řád až dva náročnější než prosté vyrobení železa. Mimo jiné je potřeba dosáhnout teploty přes 1600°C v kelímku. Podmínkou je postavení pece vhodné konstrukce a žáruvzdorného kelímku. Je třeba brát v úvahu, že běžným podmínkám malých redukčních pecí jako žáruvzdornina vyhoví prakticky každý jíl (teploty do 1300°C). Dosažení žáruvzdornosti o 400°C vyšší již ale znamená nemalý problém. Tyto skutečnosti si autor patrně neuvědomil.

Závěrem mohu říci jen jediné, popsaným způsobem se kolonistům Lincolnova ostrova železo vyrobit nepodařilo.

A teď, jak by to patrně inženýr Smith opravdu udělal.

Vzhledem k tomu, že měl základní metalurgické znalosti, věděl by o vysokých a kusových pecích a rozhodl by se jistě pro malou kusovou pec. Výhňová metoda jižních národů by mu jako američanovi příliš blízka nebyla, navíc si byl jistě vědom výhod šachtové pece proti otevřené kupě surovin. Vzhledem k tomu, že dokázal vytvořit keramiku, dokázal by postavit jednoduchou šachtovou pec z hlíny nebo kamenů lepených na hlínu. Při redukci je třeba dosáhnout maximální efektivity a to znamená zbavit vsázku veškeré vody. Proto by v milíři by vyrobil dostatek dřevěného uhlí a rudu by vypražil v ohni. Pokud by trval na použití uhlí, pokusil by se vyrobit koks. Tím by si připravil vhodnou vsázku. Výsledky taveb by byly různé (tak jak se to děje i nám) a z kusů vyrobeného železa by třídil měkkí a tvrdší, tedy ty které mají přirozeně více či méně uhlíku. Provizorní kovářské nástroje by vyrobil ze dřeva a kamene. Cesta k použitelným nástrojům, jako jsou sekery, kleště, kladiva by byla dlouhá a komplikovaná, o jemných a náročných nástrojích typu dláto nebo nebozez nemluvě.

Nakonec, co Julese Vernea tolik spletlo.

V textu je pro to dobré vodítko - odkaz na Korsickou výheň. Pokud se podíváme na metalurgické praktiky 19. století, zjistíme že na Korsice byla ještě do 30.-40. let praktikována metoda přímé výroby ve výhni. Konstrukce byla velmi jednoduchá. Výheň sestávala z kamenné zídky, kterou byl proražen otvor pro dyšnu, která přiváděla vzduch z trompy - zdroj tlakového vzduchu, který využívá strhávání vzduchu vodou padající ve svislém potrubí. Verneovi byla jistě ještě bližší Katalánská výheň, kterou mohl pravděpodobně vidět v akci, neboť byla určitě ještě v polovině 19.st. používána a oblast její obliby zasahovala i na sever od Pyreneí. Katalánská výheň byla otevřená výheň s nejmenším rozměrem při dně cca 50x50 cm směrem vzhůru se rozšiřující až na rozměr 90x65 cm a hluboká byla 50 až 90 cm. Stavba takovéto výhně mohla utkvět panu Verneovi v paměti natolik, že zmiňuje v textu jednoduchou krychlovou stavbu. Za fatální opominutí lze považovat použití uhlí i rudy v surovém stavu, které nezbytně vede k neúspěchu.

Literatura

Verne, J.: Tajuplný ostrov, Praha 1984, překlad Netušil V., výřez kresby z ilustrace Férat. J

Pleiner, R.: Iron In Archaeology: The European Bloomery Smelters, Archeologický ústav AV ČR, Praha 2000

** Francouzský text a anglický překlad jsem našel na stránkách [Project Gutenberg](#). Dále jsem dostal starší překlad (vydání Vilímek 1948). Texty se značně liší a již nyní je vidět, že opravdu část prohrěšků asi padne na hlavu překladatele. ... Takže pokračování příště!*