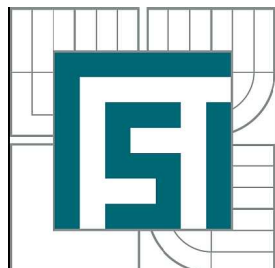


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

HISTORIE VÝROBY SLITIN ŽELEZA NA ČESKOMORAVSKÉ VYSOČINĚ

HISTORY OF FERROUS ALLOY MANUFACTURE AT CZECH-MORAVIAN HIGHLANDS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Ing. ELIŠKA KOLNÍKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. JAROSLAV ŠENBERGER,
CSc.

BRNO 2012

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁRSKÉ PRÁCE

student(ka): Ing. Eliška Kolníková

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie (2303R002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem c.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Historie výroby slitin železa na Českomoravské vysočině

v anglickém jazyce:

History of ferrous alloy manufacture at Czech-Moravian Highlands

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Suroviny pro výrobu železa, základní principy železářských technologií, využívání redukčních pochodů k výrobě železa ve starověku, vývoj středověkých železářských technologií, podstata a principy moderních postupu výroby oceli v souvislosti s regionem Českomoravské vysočiny.

Cíle bakalářské práce:

Na základě studia literatury popsat principy výroby oceli a jejich využívání v různých dobách lidských dějin od starověku až po moderní ocelářské technologie v souvislosti s regionem Českomoravské vysočiny.

Seznam odborné literatury:

1. STRÁNSKÝ, K., aj. Železné hamry a hutě: Českomoravské a Dražanské vysočiny II. část. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2008. 107 s. ISBN 978-80-214-3854-5.
2. SOUCHUPOVÁ, V., STRÁNSKÝ, K. Tajemství dávného železa. Brno: Technické muzeum v Brně, 2008. 159 s. ISBN 978-80-86413-54-9.
3. ŠENBERGER, J., aj. Metalurgie oceli na odlitky. Brno: VUTIUM, 2008. 310 s. ISBN 978-80-214-3632-9.
4. TURGDOGAN, E.-T. Fundamentals of steelmaking. London: The Institute of materials, 1996. 331 s. ISBN 1861250045.

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jaroslav Šenberger, CSc.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012.

V Brně, dne 7. 11. 2011

L.S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá historií výroby oceli se zaměřením na region Českomoravské vysočiny v období 14. – 19. století. V úvodu práce je uveden přehled chemických a fyzikálních reakcí probíhajících při výrobě oceli. Další kapitola pojednává o technologiích výroby surového železa a oceli, jsou zde také uvedeny suroviny a zařízení pro jejich výrobu. Poslední část práce se věnuje jednotlivým lokalitám v oblasti Českomoravské vysočiny v období 14. – 19. století.

Klíčová slova

Historie výroby oceli, surové železo, ocel, hamr, dřevouhelná vysoká pec

ABSTRACT

This thesis deals with the history of steel production focused on the Czech-Moravian Highlands in the 14th – 19th century. The introduction provides a survey of chemical and physical reactions taking place in the steel production. The next chapter focuses on technology of production of raw iron and steel, there are also mentioned raw materials and equipment for their production. The last part deals with the various localities in the Czech-Moravian Highlands in the 14th - 19 century.

Key word

History of steel, raw iron, steel, hammer, charcoal blast furnace

Bibliografická citace

KOLNÍKOVÁ, E. *Historie výroby slitin železa na Českomoravské vysočině*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2012. 39 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Jaroslav Šenberger, CSc..

PROHLÁŠENÍ

Tímto prohlašuji, že předkládanou bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně, s využitím uvedené literatury a podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího bakalářské práce.

V Brně dne 25. 5. 2012

.....
Kolníková Eliška

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji panu doc. Ing. Jaroslavu Šenbergerovi, CSc. za cenné připomínky a rady týkající se zpracování bakalářské práce.

OBSAH:

ABSTRAKT	3
PROHLÁŠENÍ	4
PODĚKOVÁNÍ	5
OBSAH:	6
ÚVOD	7
CÍL PRÁCE	8
1 TEORIE VÝROBY SLITIN ŽELEZA	9
2 HISTORIE VÝROBY SLITIN ŽELEZA	11
2.1 Výroba železa	11
2.2 Suroviny pro výrobu železa	11
2.2.1 Železné rudy	11
2.2.2 Palivo	11
2.2.3 Struskotvorné přísady	12
2.3 Výroba železa v jednotlivých zařízeních	12
2.3.1 Tavicí pec	12
2.3.2 Dýmačka	13
2.3.3 Dřevouhelná pec	14
2.3.4 Hamerský buchar	15
3 VÝROBA SLITIN ŽELEZA NA ČESKOMORAVSKÉ VYSOČINĚ	16
VE 14. - 19. STOLETÍ	16
3.1 Hamry s redukčními pecemi v období přímé výroby z rud	17
3.1.1 Žďársko	17
3.1.2 Rychmbursko	21
3.1.3 Pernštejsko	22
3.1.4 Novoměstsko	23
3.2 Vysoké pece	24
3.2.1 Žďársko	24
3.2.2 Rychmbursko	26
3.2.3 Pernštejsko	27
3.2.4 Novoměstsko	28
3.3 Hamry s kujnicími výhněmi v období nepřímé výroby z rud	30
3.3.1 Žďársko	30
3.3.2 Rychmbursko	32
3.3.3 Pernštejsko	32
3.3.4 Novoměstsko	35
4 ZÁVĚR	37
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	38

ÚVOD

Výroba oceli jako materiálu sloužícího pro výrobu různých předmětů sahá hluboko do historie. V současnosti je ocel jedním z nejvíce používaných materiálů, což je dáno skutečností, že současné výrobní technologie umožňují získání oceli s požadovanými vlastnostmi a složením. V historii tomu ale bylo jinak. V počátcích zpracování rud se používaly primitivní technologie a ocel se z rud vyráběla přímo.

Postupný vývoj historických technologií lze pozorovat v období 14. – 19. století, a to od primitivních pecí až k vysokým dřevouhelným pecím, ve kterých se ocel vyráběla z rud nepřímou metodou (tedy přes surové železo). Významným zlomem ve výrobě oceli bylo nahrazení dřevěného uhlí koksem, což lze datovat přibližně do poloviny 19. století.

V tomto období byl region Českomoravské vysočiny významnou železářskou oblastí. Důvodem byl dostatek všech surovin (dřeva pro výrobu dřevěného uhlí, železné rudy jako zdroj železa), ale také vodní energie potřebné k pohonu jednotlivých výrobních zařízení.

Samotnou výrobu na Českomoravské vysočině v období 14. – 19. století lze rozdělit na období přímé výroby a nepřímé výroby oceli. Přímá výroba v hamrech je zde datována přibližně do poloviny 17. století, kdy byly stavěny první vysoké dřevouhelné pece. Většina již existujících hamrů byla přestavěna a využívána jako kujnicí hamry pro zpracování surového železa z vysokých pecí. Vysoké pece znamenaly prudký nárůst výrobní kapacity podniků. Postupný zánik podniků po 50. letech 19. století byl způsoben výstavbou pudlovacích pecí, jejich denní produkce surového železa byla mnohonásobně větší.



Obr. 1: Ukázka expozice k historii výroby oceli v Brdíčkově mlýně v Hamrech nad Sázavou (model pece, řez železnou houbou, hamerské kladivo a vodní kolo)

CÍL PRÁCE

Cílem práce je popsat vývoj železářských technologií používaných v regionu Českomoravské vysočiny a vytvořit přehled hamrů a hutí v této oblasti v období 14. – 19. století

1 TEORIE VÝROBY SLITIN ŽELEZA

V současné době se vyrábí z rud surové železo ve vysoké peci. V průběhu tavby ve vysoké peci probíhá v peci řada chemických a fyzikálních pochodů. Ve vsázce, která postupně postupuje šachtou pece, dochází k níže uvedeným reakcím:

a) vysoušení vlhkosti a rozklad hydrátů: proces probíhá při teplotách od 100 do 500 °C

b) kalcinace (rozklad uhličitánů): dochází k rozkladu vápence a dolomitu; proces probíhá v rozmezí teplot od 400 do 1000 °C:



c) redukce oxidů železa: probíhá postupně, a to dle následujícího schématu:



Redukce probíhá ve dvou stupních:

I. **redukce nepřímá** (tj. redukce oxidem uhličitým) – probíhá při teplotách do 900°C:



II. **redukce přímá** (tj. redukce uhlíkem) – probíhá při teplotách nad 900°C (ve spodní části šachty)



d) redukce ostatních prvků: redukci podléhají kromě železa i další prvky obsažené v rudě; ve většině případu se jedná o přímou redukci uhlíkem při teplotách nad 1000 °C:



Fosfor z rudy přechází z 95 % do surového železa. Síry přechází do surového železa max. 5 %, většina přechází do strusky a vysokopecního plynu. Do strusky přechází též mangan, a to 30 až 45 %. Podobně podléhají redukci i další prvky obsažené v rudě, především titan, chrom, vanad a nikl. Tyto prvky přechází převážně do surového železa.

e) nauhlčování železa: na vyredukované železo působí oxid uhelnatý a vzniká Fe_3C , který se v železe snadno rozpouští:



Nauhličené železo má nižší teplotu tání a hromadí se v níštěji vysoké pece, odkud se v pravidelných intervalech vypouští.

f) vznik strusky: oxidy křemíku, hliníku a popela reagují s oxidem vápenatým za vzniku strusky; správný průběh tvorby strusky výrazně ovlivňuje složení a jakost surového železa

g) spalování paliva: palivo se spaluje kyslíkem obsaženým ve vháněném vzduchu (větru) na oxid uhličitý:



V důsledku hoření paliva se zvýší teplota (až na 2 000 °C), což má za následek redukci vzniklého oxidu uhličitého uhlíkem:



V oblasti s nedostatečnou koncentrací kyslíku (místa vzdálenější od výfučen) dochází ke spalování uhlíku za vzniku oxidu uhelnatého:



V případě používání pecí (např. dýmaček) v historických obdobích, kdy bylo dosaženo nižších teplot než v současných vysokých pecí, probíhaly jen některé reakce z výše uvedených. Vznikala železná houba, která byla oproti surovému železu kujná, což bylo způsobeno menším obsahem C (neprobíhala reakce 13).

2 HISTORIE VÝROBY SLITIN ŽELEZA

2.1 Výroba železa

Výrobu železa lze rozdělit na dva způsoby. Prvním je **přímá výroba**, kdy se kujné železo získává přímo z rud. Druhým způsobem je **výroba nepřímá**, kdy se nejprve z rud získává surové železo, které se dále zkujňuje [2].

Přímá výroba

Při přímé výrobě železa z rud se teplota tavení pohybuje mezi 700 – 1200°C a produktem je kujné železo. Tato metoda využívá rudy s vysokým obsahem železa a nízkým obsahem nežádoucích příměsí [2, 3].

Nepřímá výroba

Při nepřímé výrobě přesahuje teplota tavení 1200°C a dochází tedy ke vzniku surového železa. Při těchto teplotách se v tavenině rozpouští více uhlíku, což způsobuje křehkost surového železa. Proto se surové železo dále zkujňuje. Výhodou této metody je možnost využití rud s nižším obsahem železa [2, 3].

2.2 Suroviny pro výrobu železa

2.2.1 Železné rudy

Výskyt železa v přírodě je hojný, ale v ryzím stavu se vyskytuje jen výjimečně. Vyskytuje se převážně ve sloučeninách a to ve formě dvojmocných nebo trojmocných iontů. Pro výrobu železa se jako výchozí surovina používají železné rudy. Železo je zde většinou ve formě oxidů a jeho obsah v rudě se u jednotlivých rud významně liší.

Podle chemického složení se železné rudy mohou dělit na:

- oxidové – magnetity (50 – 70% Fe), hematity (40 – 60% Fe)
- hydrátové – limonity (35 – 40% Fe)
- uhličitanové – siderity (25 – 40% Fe)
- křemičitanové – chamosity (cca 35% Fe) [1]

Tab. 1: Nejpoužívanější železné rudy [2]

Minerál	Vzorec	Význam
magnetit	Fe_3O_4	velký
hematit	Fe_2O_3	velký
limonit	$\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n \text{H}_2\text{O}$	střední
siderit	FeCO_3	střední
chamosit	$(\text{Fe}, \text{Mg})_5\text{Al}[(\text{OH})_8\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$	malý

2.2.2 Palivo

V období 14. až 19. století se na Českomoravské vysočině používalo jako palivo dřevěné uhlí. Dřevěné uhlí se pálilo v milířích, což jsou jednoduchá zařízení sloužící k výrobě uhlí ze dřeva, tzv. karbonizací. Dřevo prochází za nepatrného přístupu vzduchu suchou destilací a postupně uhelnatí. Dochází tedy k nedokonalému hoření při poměrně vysokých teplotách (350°C i více).

Celý proces výroby dřevěného uhlí zahrnoval porážení stromů, zbavení větví, pořežání na polena o vyhovující délce, dopravu dřeva k milířům, stavbu milířů, zuhelnění a dopravu dřevěného uhlí k peci. Dřevěné uhlí muselo být až do jeho použití uchováno v suchém a vzdušném prostředí. V hamrech a hutích tvořilo dřevěné uhlí nejnákladnější položku, čítalo 70% i více nákladů.

Samotné milíře měly kuželovitý tvar a stavěly se pod širým nebem, nejlépe blízko lesa a vodního zdroje. Vybrané místo (kruhového tvaru o rozměru 6 – 8 m) se zbavilo trávy, kamení a většinou se pokrývalo mourem. Základem milíře byl středový kůl, kolem kterého se poté stavěla jednotlivá polena, a mezery se vyplňovaly drobnějšími kusy dřeva. Takto vytvořený milíř se pokryl drnem, mechem jehličím apod. a na tuto vrstvu se mazala hlína (někdy smíchaná s uhelným prachem). Poté se milíř zapálil a dřevo se nechalo asi půl dne uhelnatět. Následně se milíř odkryl a přidalo se další dřevo. Tento proces se opakoval přibližně 3 dny, dokud milíř dokonale neslehnul. Po ukončení procesu karbonizace se nechal milíř vychladnout a hráběmi se postupně vyhrabávalo dřevěné uhlí, které se rozdělovalo dle své velikosti.

K pálení dřevěného uhlí se dal využít jakýkoliv druh dřeva, ovšem vypálené uhlí se podle použitého dřeva lišilo svoji výhřevností. Obecně platilo, že dřevěné uhlí z tvrdého dřeva se využívalo pro vysokou pec a uhlí z měkkého dřeva pro kujnicí výheň [4, 5, 6].



Obr. 2: Ukázka milíře vystaveného v Brdičkově mlýně v Hamrech nad Sázavou

2.2.3 Struskotvorné přísady

Při výrobě železa mají struskotvorné přísady čistící funkci, tzn.: přebírají z rudy a paliva nežádoucí látky, které se pak shromažďují ve formě strusky na povrchu roztaveného kovu. Druh struskotvorných přísad se určuje podle složení a povahy železných rud. Nejvýznamnější struskotvorné přísady jsou vápenec a dolomit [2, 7].

2.3 Výroba železa v jednotlivých zařízeních

2.3.1 Tavicí pec

Primitivní tavicí pece používané na Českomoravské vysočině přibližně do 2. poloviny 16. století byly pravděpodobně pece zabudované do terénu nebo nízké šachtovité pece. Šachtovité pece měly minimální půdorysný rozměr nístěje 30 x 40 cm.

Vsázka do této pece byla tvořena železnou rudou a dřevěným uhlím. Vzduch byl vháněn buď šlapáním měchů, nebo pomocí energie vodního kola k pohonu dmychadel. Protože teplota v těchto pecích nebyla dostatečně vysoká k úplnému roztavení rudy, byla produktem železná houba, která ale nebyla kompaktní. Proto ji bylo nutno dále opracovat.

Z toho důvodu byla ručním kovááním zbavena zbytků strusky a poté vložena pod hamerskou kovádlinu. Zde se svařovala kovářským způsobem v dejl, který již sloužil k výrobě železných předmětů.

V některých případech se železná houba vyjmutá z pece nedávala hned pod hamernické kladivo a bylo tedy nutné ji před tímto vložení znovu vyhřívat. K tomu sloužily **tzv. vyhřívačky**. Vyhřívačka byla v podstatě menší pec, která byla také opatřena měchy k dmýchání větru do ohniště.

Výroba v těchto tavicích pecích byla značně primitivní, v důsledku toho bylo značné množství železa vázáno do strusky, tedy do odpadu [3, 5].



Obr. 3: Model tavicí pece z přelomu 13. a 14. století vystavený v Brdčkově mlýně v Hamrech nad Sázavou

2.3.2 Dýmačka

Dýmačky byly obdobou primitivních pecí. Lišily se od nich především svojí velikostí. Dýmačky byly šachtovité pece o výšce 1 až 2 metry a byly opatřeny párem dmychadel, které dmychaly do pece tzv. vítr. Měchy byly poháněny obvykle jedním vodním kolem (v průměru mělo 2 až 3 metry), které bylo umístěno v oddělené místnosti, tzv. lednici. Nístěj dýmačky se vyzdívala pomocí kamenů, písku a hlíny. Spodní část přední stěny dýmačky nebyla vyzděná, ale pouze vymazaná hlínou, aby se dala snadno vylomit.



Obr. 4: Model tzv. dýmačky z konce 16. století vystavený v Brdčkově mlýně v Hamrech nad Sázavou

V peci probíhalo tzv. dýmání železa.

Stejně jako primitivní pece byly dýmačky vytápěny dřevěným uhlím a nedosahovalo se dostatečné teploty k roztavení železa. Železná ruda v důsledku vyhoření uhlí, postupně propadávala na dno pece. Po ukončení tavby se pec nechala vychladnout, vylomila se hliněná část nístěje a vyjmula se železná houba (neboli plik). Ta nebyla z dýmačky vytahována ve žhavém stavu, a proto se před vložení pod hamernické kladivo vkládala do **tzv. vyhřívačky**.

Vyhřívačka byla v podstatě otevřená pec, která byla také opatřena měchy k dmýchání větru do ohniště a byla umístěna blízko hamernického kladiva. Vyhřívačka

byla vyložena udusanou hlínou, nístěj byla pokryta uhelným prachem a na něj se pokládaly zbytky strusek. Až na tyto strusky se pokládala železná hrouda obložená dřevěným uhlím, které se zapálilo. Po dostatečném vyhřátí se houba vytahovala a vkládala pod hamernické kladivo. O vyhříváče se hovořilo jako o peci, kde se železo šmelcuje.

Při dýmání železa a šmelcování železných pliků vznikalo značné množství strusky, která obsahovala velké množství železa. Struska se proto drtila v mechanické **stoupě**, dále se promývala a nakonec se z ní vybíralo železo. Tomuto procesu se říkalo „opichování“ [3, 5].

2.3.3 Dřevouhelná pec

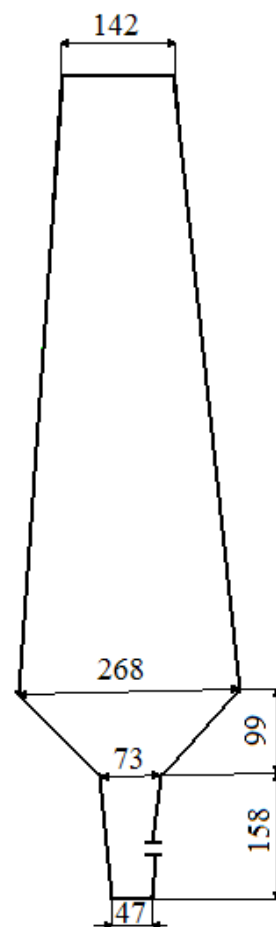
První dřevouhelné pece se na Českomoravské vysočině začínají objevovat na počátku 2. poloviny 17. století. Ve vysokých pecích probíhala nepřímá výroba železa, produktem pece bylo surové železo. Rozdílem oproti dýmačkám byl také nepřetržitý výrobní proces, výrobní kampaň v peci trvala až několik měsíců.

Výška pece se pohybovala mezi 4 a 6 metry a objem se pohyboval přibližně kolem 10 m³. Vysoké pece měly tvar dvou komolých kuželů nebo jehlanů, které na sebe byly postaveny širšími podstavami. Horní kužel (šachta) se stýkal se spodním kuželem v nejširším místě pece (rozpoře). Na spodní kužel navazoval úzký válec (podstava), který byl během tavby jedním z nejvíce namáhaných částí pece a ovlivňoval délku tavební kampaně. Vítr se do pece vháněl pomocí dvou dmychadel, která pracovala střídavě, takže vzduch byl vháněn nepřetržitě. Celá pec byla z důvodu izolace obehnána tlustou zdí.

V českých zemích se používaly pece s otevřenou hrudí. Tyto pece měly předpecí, které bylo uzavřené hrázkou s kanálkem. Vytavený kov se odváděl kanálkem a ztuhlá struska se přetahovala přes hrázkou.



Obr. 6: Vysoká pec ve Štěpánově nad Svratkou na konci 19. století [8]



Obr. 5: Pracovní prostor vysoké pece v Kadově v roce 1841 [5]

Teplota ve vysoké peci dosahovala dostatečně vysokých teplot, aby se ruda tavila a produktem byla tekutá směs surového železa a strusky. Těžší surové železo zůstávalo dole v nístějové části pece a bylo pokryto struskou, která ho chránila proti okysličení.

Surové železo se z pece vypouštělo v pravidelných intervalech. Z důvodu vyššího obsahu uhlíku (cca 2,2 – 5%) než mělo kujné železo získané z dýmaček (cca 0,1% C) bylo surové železo křehké a tvrdé a tudíž nevhodné k přímému zpracování pod hamernickým kladivem. Mezistupněm mezi vysokou pecí a hamernickým kladivem byla **kujnicí výheň**, kde se surové železo oduhličovalo.

Kujnicí výheň byly malé pece, jejichž ohniště se obvykle obkládalo litinovými deskami. Součástí výhně byly i měchy na vhánění vzduchu. Proces probíhající v kujnicí výhni byl v podstatě oxidací. Do rozpálené pece se vkládaly housky surového železa, které se opět tavily. Vháněný vzduch odnímal železu uhlík a ostatní prvky v surovém železe (síra, fosfor...) oxidoval na oxidy. Vzhledem ke skutečnosti, že bod tání kujného železa je vyšší než surového, vznikaly v tavenině kousky kujného kovu. Tyto kousky se pak sháněly na tzv. napouštěcí tyč. Když byl na tyči dostatek kujného kovu, dávalo se kujné železo pod hamernické kladivo, kde byly z kovu vytlačeny zbytky strusky a tyč byla vykována do požadovaného tvaru. Se struskou odcházela také část kovu (tzv. calo), která znamenala ztrátu. Na Českomoravské vrchovině činilo calo v 17. století přibližně 32 až 46 % ze surového železa [5].

2.3.4 Hamerský buchar

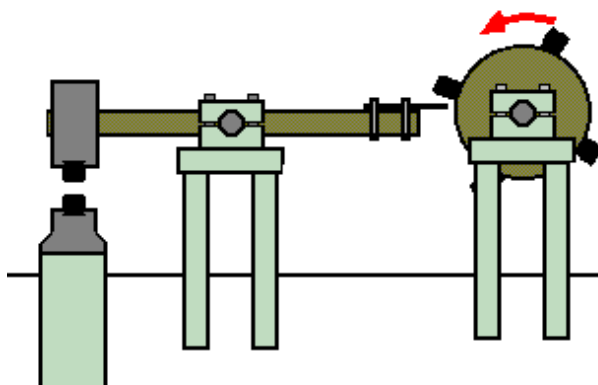
Hamernické buchary v hamrech sloužily k vykování kusu kujného železa v požadovaném tvaru a velikosti.

Hlavními částmi hamernického bucharu byla kromě vodního kola násada, která byla upevněna v železném prstenci. Násada se vyráběla z kvalitního dřeva, na našem území se vyráběla z dubového dřeva. I přesto byla životnost násady poměrně krátká, od několika dní, max. však okolo 6 měsíců. Samotné kladivo se vyrábělo z kujného železa a na jeho hlavu se navařovala vrstva oceli. Kovadlina byla zasazena do dřevěného špalvu, jenž byl sepnut železnými obručemi

K pohonu hamernických kladiv sloužila vodní energie, proto se hamry stavěly v blízkosti vodních toků nebo u hrází rybníků. Často byl k hamru veden náhon a využívalo se váhy vody při dopadu na lopatky vodního kola.

Na našem území byly rozšířeny dva typy hamernických bucharů, a to chvostový (obr. 7) a bočně nadhazovací. U chvostové typu byla násada uprostřed opřená a na konci byla stlačována dolů pomocí kolíků v otáčející se hřídeli poháněné vodním kolem.

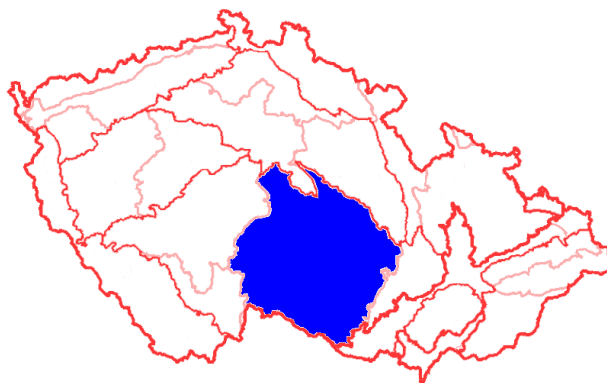
Naopak u bočně nadhazovacího typu byla násada upevněna na konci a asi v polovině byla nadzvedávána kolíky upevněnými v otáčející se hřídeli, která byla rovnoběžná s násadou [5, 9].



Obr. 7: Chvostový hamernický buchar [9]

3 VÝROBA SLITIN ŽELEZA NA ČESKOMORAVSKÉ VYSOČINĚ VE 14. - 19. STOLETÍ

Českomoravská vysočina (dnes nazývaná Českomoravská vrchovina; obr. 8) je známa svou tradicí výroby železa a oceli. K železářské výrobě byla tato oblast předurčena četnými nalezišti železné rudy, rozsáhlými lesy sloužícími k výrobě dřevěného a uhlí a v neposlední řadě dostatečnými rezervuáry vodní energie. Z důvodu využívání vodní energie se hamry stavěly na březích řek nebo v blízkosti hrází rybníků.



Obr. 8: Mapa České republiky s vyznačením Českomoravské vysočiny [10]

Ruda se na Českomoravské vysočině těžila povrchově a přibližně od poloviny 15. století probíhala i hlubinná těžba. Před jejím vložení do pece byla ruda roztloukána do potřebné velikosti a pravděpodobně přebírána, později se na drcení rudy používaly stoupy. K dosažení optimálních podmínek vsázky pro vysoké pece se míchala ruda z různých lokalit.

Používání struskotvorných přísad je na Českomoravské vysočině doloženo od počátku 18. století. Používalo se vápno, které se drtilo společně se železnou rudou.

Jako palivo se používalo dřevěné uhlí, byla uvažována také rašelina. Byly prováděny pokusy s destilací mokré rašeliny. Její využití se však v širším měřítku neuplatnilo.

Výrobu na Českomoravské vysočině lze rozdělit do období přímé a nepřímé výroby železa z rud. Období přímé výroby se zde udrželo někdy do poloviny 17. století. Používaly se jednoduché pece a později tzv. dýmačky. Od poloviny 17. století se zde rozšířil způsob nepřímé výroby železa z rud, tedy přes surové železo, a to v důsledku používání dřevouhlených vysokých pecí.

Následující část poskytuje informace o železářské tradici ve čtyřech, z hlediska železářství, hlavních oblastech Českomoravské vysočiny, kterými jsou Žďársko, Novoměstsko, Pernštejsko a Rychmbursko [5, 11].

vychází z analýz strusek z oblasti hamru. Jiná literatura [5] uvádí, že v roce 1650 byl hamr údajně od roku 1614 nevyužíván a byl přeměněn na papírnu. Ta byla později přestavěna na Hellerův mlýn, který ale v roce 1893 vyhořel. Mlýn poté již nebyl obnoven a na jeho místě byla postavena pila. Dnes stojí na jejím místě obchodní dům Kinský Žďár, a.s. [5, 11, 13, 14].

2 Polnička

Vznik prvního hamru na území dnešní Polničky, který stál pod Hamerským rybníkem, se datuje do roku 1366. Tento hamr byl později rozdělen na dvě poloviny. K. Stránský a kol. [13] se zmiňuje, že ještě před založením dřevouhelné pece (podle M. Krepse [5] v roce 1653), existovalo v Polničce pět hamrů – dva pod Hamerským rybníkem, třetí Na Šmelcovně, čtvrtý Na Valcverku a pátý pod Novým rybníkem [5, 13, 15, 16].

3 Ronov nad Sázavou

O existenci Ronovského hamru jsou zmínky již ve 14. století. O prvních držitelích se ovšem literatura zmiňuje až v roce 1493. Roku 1511 postavil tehdejší majitel hamru na louce zvané Cyrhanka hamernický rybník. Podle K. Stránského a kol. [13] patřil v 16. století Ronovský hamr společně s Pořežínským hamrem mezi přední železářské podniky té doby. Hamr pracoval až do roku 1706, kdy byl zrušen a na jeho místě byla vystavěna papírna a později i výroba škrobu. Dnes stojí ve stejném místě areál podniku Amylon a.s. [5, 11, 13, 16].



Obr. 10: Podnik Amylon v Ronově nad Sázavou se zachovaným náhonem po hamru

4 Velká Losenice

O počátku hamru ve Velké Losenici se literatura neshoduje. J. Němec [17] pokládá vznik hamru do 13. století, M. Krepš a R. Pleiner a kol. [5, 18] do 14. století a podle K. Stránského a kol. [13] jsou první písemné zmínky o hamru až v roce 1556. Jisté je, že v roce 1557 již byly v Losenici hamry dva. Od roku 1584 zde byla v provozu také dýmačka. Jeden z hamrů byl později přestavěn na mlýn, ten poté na škrobárnu a byl zde zřízen dokonce i lihovar [5, 13, 16, 17, 18].

5 Sázava

První zmínka o hamru v Sázavě, jenž byl nazýván Peklo, se váže k rokům 1404 – 1406. Tento hamr je podle M. Krepse [5] jako první na Žďársku spojen s dýmáním železa. Dýmačka zde byla v provozu od roku 1575.

Za svého provozu hamr často měnil své majitele a nakonec byl na jeho místě někdy po roce 1600 zřízen mlýn. Náhon, jenž byl vedený z řeky Sázavy, je doposud funkční a slouží pro vodní turbínu. K. Stránský a kol. [13] se zmiňuje o možné existenci dvou hamrů v obci Sázava a to podle dřívějšího rozdělení obce na Horní a Dolní



Sázavu. Naopak regionální literatura [16, 19] se zmiňuje pouze o hamru zvaném Peklo [5, 13, 14, 16, 19, 20, 21].

Obr. 11: Náhon včetně pily (napravo) na místech bývalého hamru

6 Hamry nad Sázavou - Horní Hamry

Frendlův hamr, dříve též Heršův hamr, je zmiňován v literatuře již v roce 1407. Další zmínky jsou pak z konce 15. století. Celý objekt hamru čítal hamr s dvorem, mlýn a také pilu. Na hamru se pracovalo přibližně do poloviny 17. století, kdy byl přeměněn na mlýn. V průběhu 18. století vznikla na jeho místě obec Horní Hamry [5, 13, 16, 22].

7 Hamry nad Sázavou - Šlakhamry

O Šlakhamru, nebo-li též Flexlinově hamru, je podle K. Stránského a kol. [13] první zmínka z roku 1409. M. Kreps [5] se o hamru zmiňuje až v souvislosti s rokem 1453. Tento hamr byl v provozu až do 2. poloviny 17. století, kdy už v něm výroba železa neprobíhala. Ke konci 17. století byl hamr přestavěn na Brdíčkův mlýn, který v roce 1976 odkoupilo od tehdejších majitelů Technické muzeum v Brně. Cílem byla rekonstrukce areálu. Nyní je areál zpřístupněn veřejnosti. V současnosti je využit i náhon, na kterém byla v 90. letech 20. století vybudována malá vodní elektrárna [5, 11, 13, 21].



8 Hamry nad Sázavou - Najdek

O Najdeckém hamru, jinak nazývaném též Václavův hamr, jsou podle K. Stránského

Obr. 12: Interiér rekonstruovaného Brdíčkovského mlýna

a kol. [13] první písemné zmínky z roku 1409. Jiná literatura [5, 22] jeho existenci datuje až skoro o 50 let později, v roce 1454, a dále uvádí, že byl hamr již v roce 1526 pustý. K. Stránský a kol. [13] se o této skutečnosti nezmiňuje a uvádí, že v hamru se pracovalo až do roku 1695. Později v místě hamru vznikl mlýn, který ale v roce 1978 vybuchl a budova byla zničena. V současnosti stojí na jeho místě penzion Najdek. Na vodním náhonu, který vedl od řeky Sázavy k mlýnu, byla zřízena elektrárna, která funguje dodnes [5, 13, 21, 22].

9 Hamry nad Sázavou - Dolní Hamry

O Fiklově hamru jsou první písemné zmínky také z roku 1409, tehdy nazývaném jako hamr Mikulášův. Hamr tu ale podle literatury [22] pracoval již 60 let. Hamr byl později značně zadlužen a často střídal majitele. Konec jeho činnosti je datován někdy do 1. poloviny 17. století. Na jeho místě později vznikl mlýn, který ale v roce 1935 vyhořel. V 90. letech 20. století pak byla na náhonu postavena malá vodní elektrárna [5, 13, 14, 21, 22].

10 Železné Horky u Havlíčkovy Borové

Železné Horky se nachází cca 2 km západně od Havlíčkovy Borové. První zmínka o hamru v Železných Horkách pochází z roku 1464, kdy tento hamr změnil majitele. Z toho je zřejmé, že zde hamr musel stát ještě před tímto rokem. Koncem 16. století byla v hamru uvedena do provozu tzv. dýmačka, jejíž provoz ukončila třicetiletá válka (1618-1648). Další zmínka o hamru je až z let 1670 a 1690 v souvislosti s činností dřevouhelných vysokých pecí v Ransku a Sobíňově [5, 13].

11 Staré Ransko

První písemná zmínka o hamru ve Starém Ransku (dnes součástí městyse Krucemburk) pochází z roku 1480. Ranský hamr často střídal majitele, až do 1. poloviny 17. století, kdy přešel hamr do dědičného nájmu. Další rozvoj výroby železa v Ransku byl spojen s dřevouhelnou vysokou pecí [13, 23].

12 Pořežín u Velké Losenice

Pořežín je dnes součástí obce Velká Losenice. V této části se doposud nachází tvrz, ke které kdysi patřil Pořežínský hamr. První písemná zmínka o hamru spadá do roku 1482. Literatura [5, 23] uvádí, že v roce 1592 byla v Pořežíně v provozu i dýmačka. Poslední zmínky o hamru jsou v literatuře z konce 16. století. Ovšem J. Němec [17] uvádí, že hamr byl v provozu ještě během třicetileté války (1618 – 1648). Kdy přesně ukončil hamr svoji činnost, literatura neuvádí. Dnes se na místě hamru nachází mlýn a nad ním tvrz [5, 13, 16, 17, 23].



Obr. 13: Tvrz v Pořežíně, za níž se nachází mlýn (bývalý hamr)

Dnes se na místě hamru nachází mlýn a nad ním tvrz [5, 13, 16, 17, 23].

13 Božejov

F. Půža [16] se zmiňuje o existenci hamru v Božejově v letech 1484 – 1492 a po tomto datu údaje o hamru chybí. O témže hamru hovoří K. Stránský a kol. [13], ale s pochybnostmi, zda se hamr spíše nenacházel na Pelhřimovsku. Hamr se na mapě nepodařilo přesně lokalizovat [13, 16].

14 Kosařský hamr

Tento hamr literatura zmiňuje poprvé v roce 1557 pod názvem hamr Pod Dobrou. Hamr stával u tzv. Kosařovského rybníka. Tato lokalita se dnes nachází mezi obcemi Příbyslav a Hesov. K hamru náležel mlýn a les zvaný Puš. Hamr do konce 16. století několikrát změnil majitele. Po roce 1600 se o něm již literatura nezmiňuje. Při pozdějším průzkumu terénu pod Kosařovským rybníkem nebyly nalezeny žádné stopy dosvědčující jeho existenci [5, 13, 16].

15 Sobíňov

M. Kreps [5] se zmiňuje o Sobíňově v souvislosti s provozem dýmačky. Ta zde byla uvedena do provozu v roce 1591. Dýmačka zanikla pravděpodobně v 17. století a na jejím místě byla v roce 1690 postavena vysoká pec [5].

3.1.2 Rychmbursko

Na mapě na obr. 14 jsou uvedeny hlavní lokality na Rychmbursku, kde se nacházely hamry s přímou výrobou železa z rud, jsou to: Přerostlé u Hlinska, Blatno, Trhová Kamenice a Křižánky.



Obr. 14: Rozmístění hamrů v období přímé výroby na Rychmbursku [12]

1 Hamry – Přerostlé u Hlinska

První zmínky o hamru v Přerostlém jsou datovány do roku 1456. Další údaje o hamru uvádí, že v roce 1575 náležel k hamru také mlýn. Hamr s redukční pecí

v Přerostlém se postupně přejmenoval na Hamr a později na Hamry. V roce 1670 zde pak byla postavena dřevouhelná vysoká pec a původní hamr byl přestavěn na hamr kujnicí [5, 13].

2 Blatno – Hamřík nad Hlinskem

První zmínky o Hamříku pochází z 15. století a v činnosti přetrval až do poloviny 17. století [5, 13].

3 Trhová Kamenice

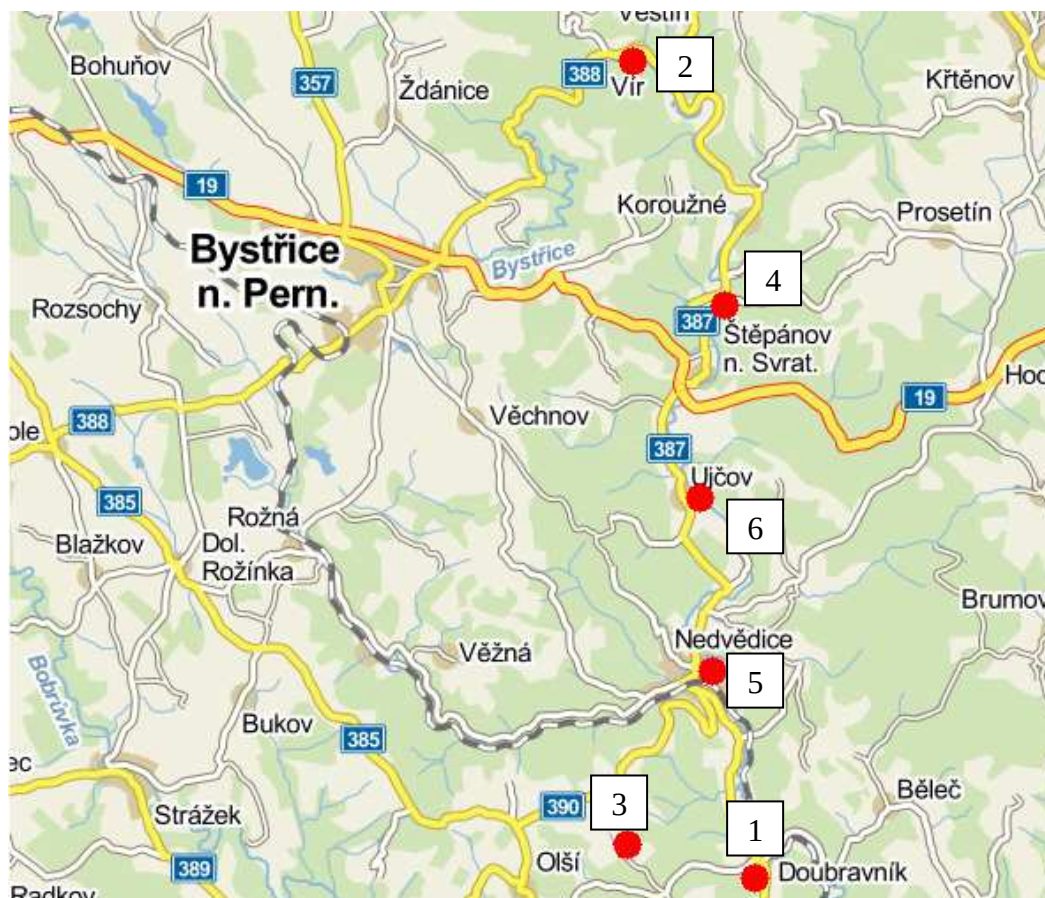
O hamru v Trhové Kamenici jsou první zmínky z roku 1500, v tuto dobu už zde existovala tvrz s hamrem. V roce 1543 je hamr zmiňován již jako pustý. Další zmínky o majitelích hamru jsou pak z let 1575 a 1593, kdy byl hamr pravděpodobně funkční, po tomto datu informace chybí [5].

4 Křižánky

Vlastivěda moravská [24] uvádí, že také v Křižánkách byl hamr a to v roce 1616. Žádná jiná literatura [11, 13, 18] ale toto tvrzení nepotvrzuje [11, 13, 18, 24].

3.1.3 Pernštejsko

Mapa na obr. 15 zobrazuje hamry na Pernštejsku, kterých se zde v období přímé výroby nacházelo 6: Doubravník, Vír, Rakové u Nedvědice, Borovec u Štěpánova nad Svatkou, Nedvědice a Ujčov.



Obr. 15: Rozmístění hamrů v období přímé výroby na Pernštejsku [12]

1 Doubravník

Vznik hamru v Doubravníku je spojen se vznikem augustiánského kláštera v první polovině 13. století. Při průzkumu v polovině 20. století byly nalezeny zbytky železářské pece se struskou. Z analýzy této strusky lze předpokládat, že v Doubravníku nebo v jeho blízkém okolí probíhala přímá výroba železa z rud. V Doubravníku pak docházelo k jeho následnému kovářskému opracování. Jak dlouho zde docházelo ke zpracování železných rud, není jisté [11].

2 Vír u Bystřice nad Pernštejnem

Literatura uvádí hamr a dva mlýny ve Víru již koncem 15. století a je velmi pravděpodobné, že tento hamr vyráběl kujné železo přímo z rud. Informace o době jeho zániku a místě, kde stál, jsou neznámé. Podle K. Stránského a kol. [13] mohl hamr stát v místě dnes nazývaném Dolní Hamerský mlýn poblíž vyrovnávací nádrže [11, 13, 25].

3 Rakové u Nedvědice

O hamru v Rakovém u Nedvědice se zmiňuje K. Stránský [11], a to někdy v první polovině 16. století. Další informace o tomto hamru nepodává [11].

4 Borovec u Štěpánova nad Svratkou

První hamr v Borovci byl uveden do provozu v roce 1588. Jednalo se o kosařský hamr a podle M. Krepse [5] se v něm pracovalo ještě v roce 1617. Později zde fungovala kujnicí výheň [5, 11, 13].

5 Nedvědice, 6 Ujčov

O pravděpodobné existenci hamru v Nedvědici a Ujčově se zmiňuje K. Stránský a kol. [11]. Jakékoliv podrobnější informace o těchto hamrech však chybí [11].

3.1.4 Novoměstsko

Na mapě na obr. 16 je uveden hamr na Novoměstsku, byl zde pouze jeden a to přímo v Novém Městě na Moravě.



Obr. 16: Rozmístění hamrů v období přímé výroby na Novoměstsku [12]

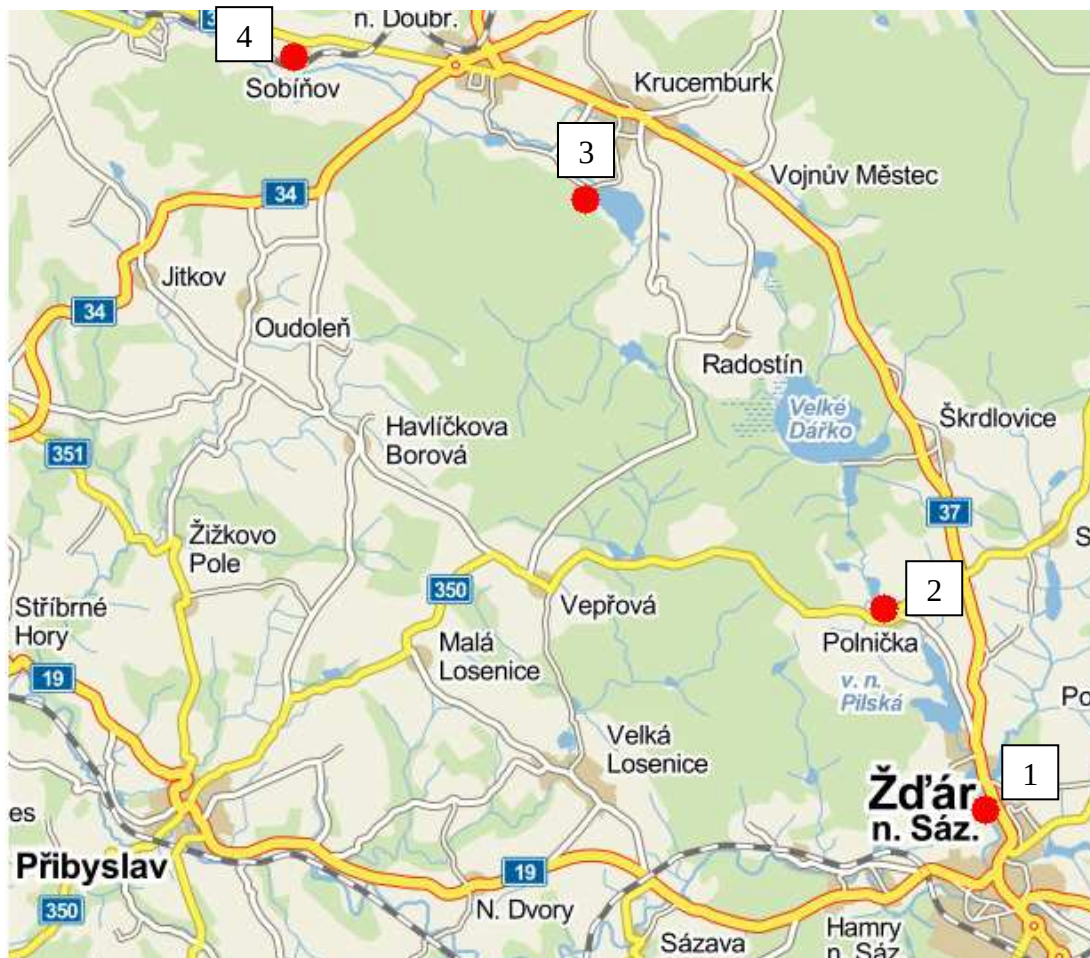
Nové Město na Moravě

První zmínky o hamru v Novém Městě na Moravě pocházejí z roku 1458 a zmiňovaný hamr se nazýval Peklo. Více se o něm literatura nezmiňuje [5, 11].

3.2 Vysoké pece

3.2.1 Žďársko

Mapa na obr. 17 uvádí rozmístění vysokých pecí na Žďársku. Celkem zde byly čtyři, ve Žďáru nad Sázavou, Polničce, na Starém Ransku a v Sobíňově.



Obr. 17: Rozmístění vysokých pecí na Žďársku [12]

1 Žďár nad Sázavou

O možnosti existence vysoké dřevouhelné pece ve Žďáru nad Sázavou se zmiňuje K. Stránský a kol. [11]. A to na základě analýz nalezených strusek v místě dřívějšího Kratzerova hamru a jejich porovnáním se struskami z vysokých pecí z jiných lokalit na Českomoravské vrchovině. Z těchto analýz lze předpokládat, že hamr, který byl ve Žďáru založen v roce 1614, sloužil k výrobě železné houby, ale i surového železa. Z toho vyplývá, že by ve žďárském hamru byla v provozu nejen dýmačka, ale také dřevouhelná vysoká pec, která by byla první pecí tohoto typu na Žďársku. O nutné existenci vysoké pece a kujnicí výheň v 17. století na území dnešního Žďáru se zmiňuje také M. Kreps [5], jenž ale píše, že přesná poloha vysoké pece se nedá určit [5, 11].

2 Polnička

Podle K. Stránského a kol. [11] pracovala v Polničce dřevouhelná vysoká pec od roku 1653 a její náhon byl veden od Stříbrného rybníka. Při peci zde také pracovala kujnicí výheň a ke konci 18. století zde byla postavena ještě další kujnicí výheň a také

cánhamr. Polnička se stala významnou železářskou lokalitou. Kolem roku 1812 prošla huť rozsáhlými stavebními úpravami. Od roku 1826 pak tvořila huť v Polničce a ve Starém Ransku jeden podnik. Dalšími stavebními úpravami prošla huť v letech 1828 – 1829. Byla přestavěna vysoká pec, na drčení železné rudy byla přistavěna puchýrna. Někdy v letech 1834 – 1835 byl ještě přistavěn cánhamr. Někdy po roce 1834 byla v Polničce zavedena novinka, totiž předehtřívání vzduchu dmýchaného do vysoké pece. Dalším výstavba proběhla v roce 1838, a to výstavba kuplovny a pece na rašelinu. Byly prováděny pokusy o nahrazení nedostatkového dřevěného uhlí destilovanou rašelinou. Poslední významnou stavbou byla válcovna, která byla uvedena do provozu v roce 1839 a sloužila k výrobě kolejnic. Válcovna zde byla v provozu až do roku 1859, kdy vyhořela a její provoz již nebyl znovu obnoven. Na konci 40. let 19. století byly v Polničce také instalovány parní stroje, které mohly nahradit vodní kola. Ty se ale v Polničce používaly pouze jako záloha, když byl nedostatek vody. Důvodem byla jejich náročnost na dřevěné uhlí, kterého byl nedostatek. Od 50. let 19. století začalo docházet k úpadku. Důvodem byla neschopnost konkurovat podnikům, které jako palivo používaly především minerální uhlí, které bylo levnější, než dřevěné. Okolo roku 1860 došlo k omezení výroby v Polničce, v roce 1862 byla činnost hutě zastavena a v roce 1865 byl podnik zcela zrušen [5, 13, 15].

3 Staré Ransko

Dřevouhelná vysoká pec ve Starém Ransku byla postavena v roce 1670 a to na místě domu pod Dlouhým rybníkem (dnes rybník Ranský). Surové železo vyrobené ve vysoké peci se tehdy zkujňovalo v místním hamru. Produkce železa v Ransku rostla a surové železo se později zkujňovalo i v dalších místech (Železné Horky, Bílek, Sázava). M. Kreps [5] uvádí, že v roce 1740 došlo k velké větrné bouři, která zničila velké množství lesních porostů. Z toho důvodu byla zastavena pec v Sobiňově (viz dále) a někdy v letech 1756 – 1760 i pec ve Starém Ransku. K obnovení provozu železáren v Ransku došlo až v roce 1810. Rok poté zde začala stavba vysoká pece, která byla dokončena až v roce 1814. Od roku 1813 zde byla v provozu další kujnicí výheň a také kovárna. Ve dvacátých letech zde byla postavena další kujnicí výheň a později zařízení i cánhamr. V Ransku pracovala také kuplovna a to od roku 1822, současně s ní byly rozšířeny i soustružnické dílny. Kolem roku 1835 byla k vysoké peci zavedena válcová dmychadla poháněná vodním kolem, v případě nedostatku vody se používal parní stroj poháněný vysušenou rašelinou. Další rozšíření proběhlo v roce 1837, kdy byla postavena druhá vysoká pec a o rok později drátovna. Třetí vysoká pec zde byla postavena v roce 1847.

Jak již bylo zmíněno v souvislosti s vysokou pecí v Polničce, od roku 1826 tvořila huť v Polničce a ve Starém Ransku jeden podnik. Podle K. Stránského a kol. [13] se Ransko-Polničský komplex řadil celkovou výrobní kapacitou na druhé místo v Čechách. Stejně jako v Polničce došlo od 50. let 19. století postupně k úpadku. V roce 1855 byl v Ransku z důvodu nedostatku dřeva omezen provoz na jednu vysokou pec a jednu kujnicí výheň. Od roku 1874 byl provoz v Ransku ještě více omezen a rok nato zde byla v provozu už pouze kuplovna. Surové železo se nakupovalo především v Anglii a jako palivo sloužilo kamenné uhlí dovážené z Ostravy. Nakonec byl podnik v Ransku úplně zrušen v roce 1886. Důvodem byla, stejně jako v případě Polničky, neschopnost konkurence [5, 13].

4 Sobíňov

V roce 1690 byla v provozu dřevouhelná vysoká pec také v Sobíňově. Pec vznikla na místě dřívější dýmačky, ale údaje o datu jejího vzniku chybí. Provoz pece byl významně ovlivněn (stejně jako v Ransku) větrnou bouří v roce 1740, která zapříčinila ukončení provozu dvou vysokých pecí v roce 1742. Ve stejném roce pak byla budova pece přestavěna na mlýn, který byl v roce 1818 zničen při protržení hráze rybníka [5, 13, 23].

3.2.2 Rychmbursko

Mapa na obr. 18 uvádí rozmístění vysokých pecí na Rychmbursku. Pece se nacházely v Přerostlém u Hlinska, ve Svatce, v Pusté Kamenici a v Čachnově.



Obr. 18: Rozmístění vysokých pecí na Rychmbursku [12]

1 Hamry – Přerostlé u Hlinska

Dřevouhelná vysoká pec v Přerostlém byla uvedena do provozu v roce 1670, současně s ní byl již existující hamr přestavěn na hamr kujnický. Ke zrušení pece došlo krátce po roce 1723 [5, 13, 18].

2 Svratka (Cikánka)

Dřevouhelná vysoká pec v České Cikánce poblíž Svratky byla postavena v roce 1717, o ukončení provozu se však literatura neshoduje. K. Stránský a kol. [13] citují ve své práci jiné autory, kteří považují pec za zrušenou již v roce 1728 nebo naopak až v roce 1801. Podle jiných zdrojů [5, 18, 23] ukončila pec provoz přibližně okolo roku 1735. Ať už byl provoz v cikánecké peci ukončen v jakémkoliv roce, pec byla v roce 1801 přeměněna na papírnu. Později se na stejném místě nacházela sirkárna, která v roce 1894 vyhořela, a o pár let později byl objekt využit k výrobě pilníků. Využit byl také vodní náhon, na němž byl postaven mlýn a pila [5, 13, 18, 23].

3 Pustá Kamenice

Také v Pusté Kamenici fungovala od roku 1723 dřevouhelná vysoká pec a to v části zvané Pec. O přesném roku zrušení pece se literatura neshoduje, pravděpodobně k němu došlo před rokem 1831. Po zrušení pece byl přímo pod ní postaven mlýn, který zde fungoval až do poloviny 20. století [5, 13, 18].

4 Čachnov

O existenci další dřevouhelné vysoké pece se zmiňují M. Kreps a R. Pleiner a kol. [5, 18]. Pec byla postavena v roce 1733 a o jejím dalším osudu se autoři již nezmiňují [5, 18].

3.2.3 Pernštejsko

Rozmístění vysokých pecí na Pernštejsku je uvedeno na mapě na obr. 19. Pece zde existovaly tři, a to v Olešničce, jež byla nahrazena pecí ve Štěpánově, a ještě se zde nacházela pec v Prudké u Nedvědice.



Obr. 19: Rozmístění vysokých pecí na Pernštejsku [12]

1 Olešnička u Štěpánova nad Svratkou

Literatura [5, 11] pokládá vznik dřevouhelné vysoké pece v Olešničce do roku 1660. Ta zde pracovala společně s kujnicími hamry. M. Kreps [5] pak uvádí, že huť pracovala pouze do roku 1692, kdy byl provoz přerušen pro nedostatek dřeva. Někdy před rokem 1745 byla huť uvedena opět do provozu, ale když později nastaly problémy, byl v roce 1776 provoz pece zastaven. Avšak kujnicí výheň pracovala dále. Literatura neuvádí, kdy přesně došlo ke znovuoobnovení provozu pece, ale jisté je, že to bylo již před rokem 1786. Podnik byl někdy v té době také rozšířen o hřebíkárský hamr. Asi o deset let později literární prameny uvádí, že vysoká pec, i kujnicí výheň byly ve špatném stavu a v roce 1797 došlo k jejich opravě. Výroba na počátku 19. století zde byla na velmi dobré úrovni. Mezi roky 1809 a 1812 zde byla ještě přistavěna slévárna a později i kovárna. V polovině 19. století přecházel podnik stále více na výrobu šedé litiny. Vzhledem ke špatnému stavu vysoké pece, byl její provoz v roce 1861 zastaven a nahrazen vysokou pecí ve Štěpánově nad Svratkou [5, 11].

2 Štěpánov nad Svratkou

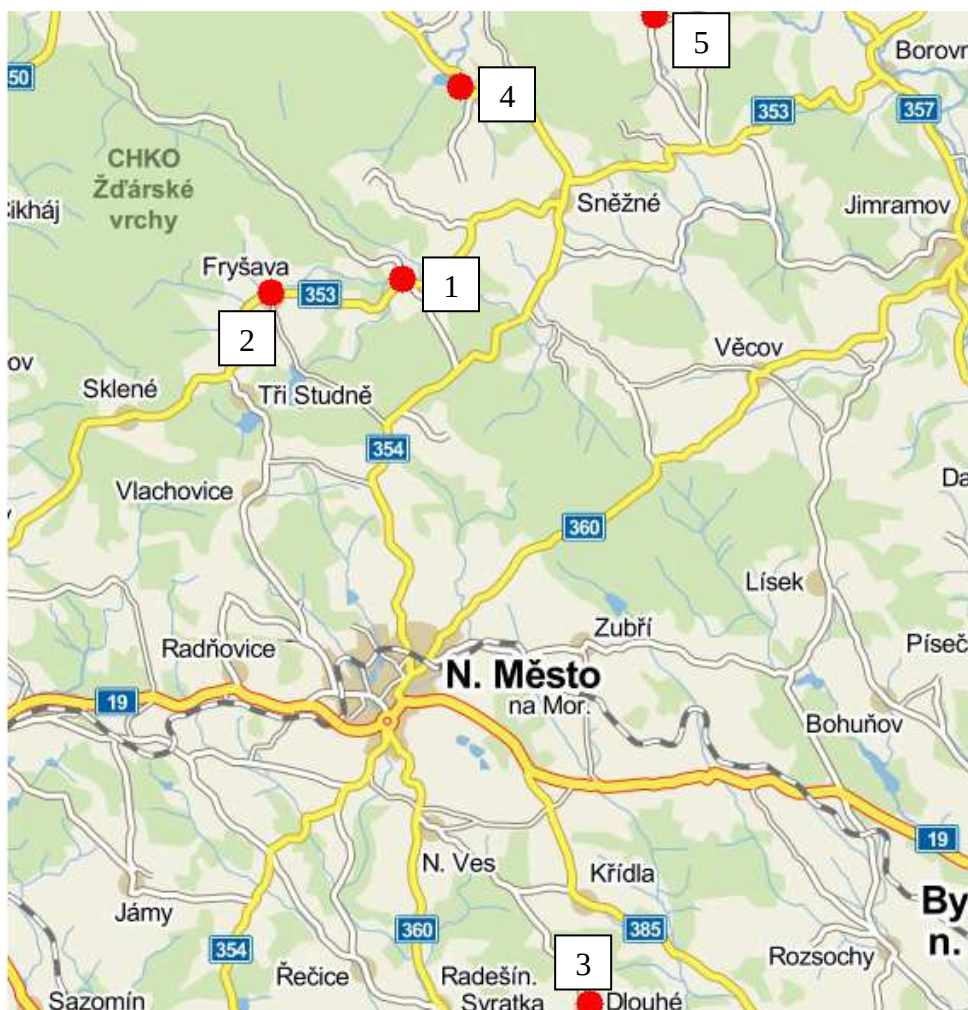
Dřevouhelná pec ve Štěpánově nad Svratkou, jak již bylo zmíněno, nahradila chátrající vysokou pec v Olešnici. Pec zde byla postavena v roce 1862, ale její provoz neměl dlouhého trvání. Od roku 1870 se zde tavila už jen šedá litina a v důsledku odbytové krizi byla v roce 1876 vyřazena z provozu. Železářský podnik zde ale nebyl zrušen úplně, byla zde zřízena slévárna, pro kterou se od roku 1876 nakupovalo surové železo jinde. Slévárna zde funguje dodnes [5, 8, 11].

3 Prudká u Nedvědice

V roce 1740 pracovala dřevouhelná vysoká pec také v Prudké (dnes místní část Doubravníku), součástí této pece byla také kujnicí výheň. Huť byla v provozu ještě v roce 1850 a v roce 1872 byla přestavěna na papírnu. M. Kreps se ve svém díle [5] ale o této vysoké peci nezmiňuje [5, 11, 23, 26].

3.2.4 Novoměstsko

Mapka na obr. 20 uvádí rozmístění vysokých pecí na Novoměstsku. Oproti jednomu hamru v období přímé výroby zde bylo vysokých pecí pět. Nejvýznamnější byly v Kadově a na Milovech. Další pece stály na Fryšavě, v Dlouhém a Krásném u Nového Města na Moravě.



Obr. 20: Rozmístění vysokých pecí na Novoměstsku [12]

1 Kadov

Kadovská dřevouhelná vysoká pec zde byla postavena v roce 1651. V druhé polovině 18. století nastaly potíže s odbytem, ale ty byly vystřídány na počátku 19. století údobím největšího rozmachu železáren. V roce 1812 se začaly opět objevovat potíže s odbytem a také nedostatek dřeva. Krátce po roce 1842 byla v Kadově postavena kuplovna. Nedlouho poté, na konci 1. poloviny 19. století, se začínají projevovat známky technického zaostávání (i když se objem výroby nemění) a narůstají potíže s odbytem. Je problém s nedostatkem železné rudy, která je dovážena ze vzdáleného okolí, problémem je také drahé palivo (dřevěné uhlí). Tyto problémy vrcholí v roce 1874, kdy již nebyla pec uvedena do provozu [5, 11, 13].



Obr. 21: Památník existence Kadovských železáren

2 Fryšava

Dřevouhelná vysoká pec (i s hamrem) ve Fryšavě byla postavena přibližně v roce 1666, její činnosti ale měla poměrně krátkého trvání. Pro nedostatek vody v následujících letech se musel provoz pecí ve Fryšavě a v Kadově střídát, což mělo pravděpodobně za následek zrušení pece ve Fryšavě koncem 17. století. Železářské strusky, které by dokazovaly existenci pece i hamru, zde ale zatím nebyly nalezeny [11, 24].

3 Dlouhé u Nového Města na Moravě

Existenci dřevouhelné vysoké pece v Dlouhém potvrzuje K. Stránský [11] i J. F. Svoboda [24]. Liší se pouze data jejího vzniku, J. F. Svoboda [24] pokládá vznik pece někdy okolo roku 1650, K. Stránský [11] až do roku 1666. Podrobnosti o provozu pece nejsou známy, ale její provoz byl podle K. Stránského [11] ukončen v roce 1741 [11, 24].

4 Milovy

V roce 1741 byla postavena dřevouhelná vysoká pec také na Milovech. J. F. Svoboda [24] uvádí, že pec byla postavena k zužitkování dřeva, když byly okolní lesy zasaženy vichřicí ve stejném roce. Kromě ní tu pod hrází Milovského rybníka stál také kujnicí hamr a drátovna. Protože se u vysokých pecí (v Kadově a na Milovech) postupně hromadily strusky, byla na Milovech snaha využít tyto strusky k získávání železa. Již tehdy na Milovech existovaly 3 stoupy, ke kterým byly zprovozněny ještě další 3. Železo se ze strusek získávalo drcením, praním a úpravou v puchýrně. Toto surové železo se pak dále zkujňovalo. Získávání železa ze strusek bylo značně výnosné. Produkce pecí na Milovech a v Kadově postupně rostla. V roce 1770 ale nastaly potíže s odbytem železa a tak pec i kujnicí výheň na Milovech pracovaly jen, pokud to bylo nezbytné. Situace se zlepšila na počátku 19. století, to ale netrvalo dlouho. V roce 1812 se začaly opět, stejně jako v Kadově, objevovat potíže s odbytem a také nedostatek dřeva. K. Stránský a kol. [13] datují zánik vysoké pece na Milovech do roku 1830. M. Kreps [5] se o peci zmiňuje ještě v roce 1837 s tím, že byla v dezolátním stavu, což dokazuje, že nebyla již několik let v provozu. Kujnicí výheň zde pracovala i po ukončení provozu pece [5, 13, 24].

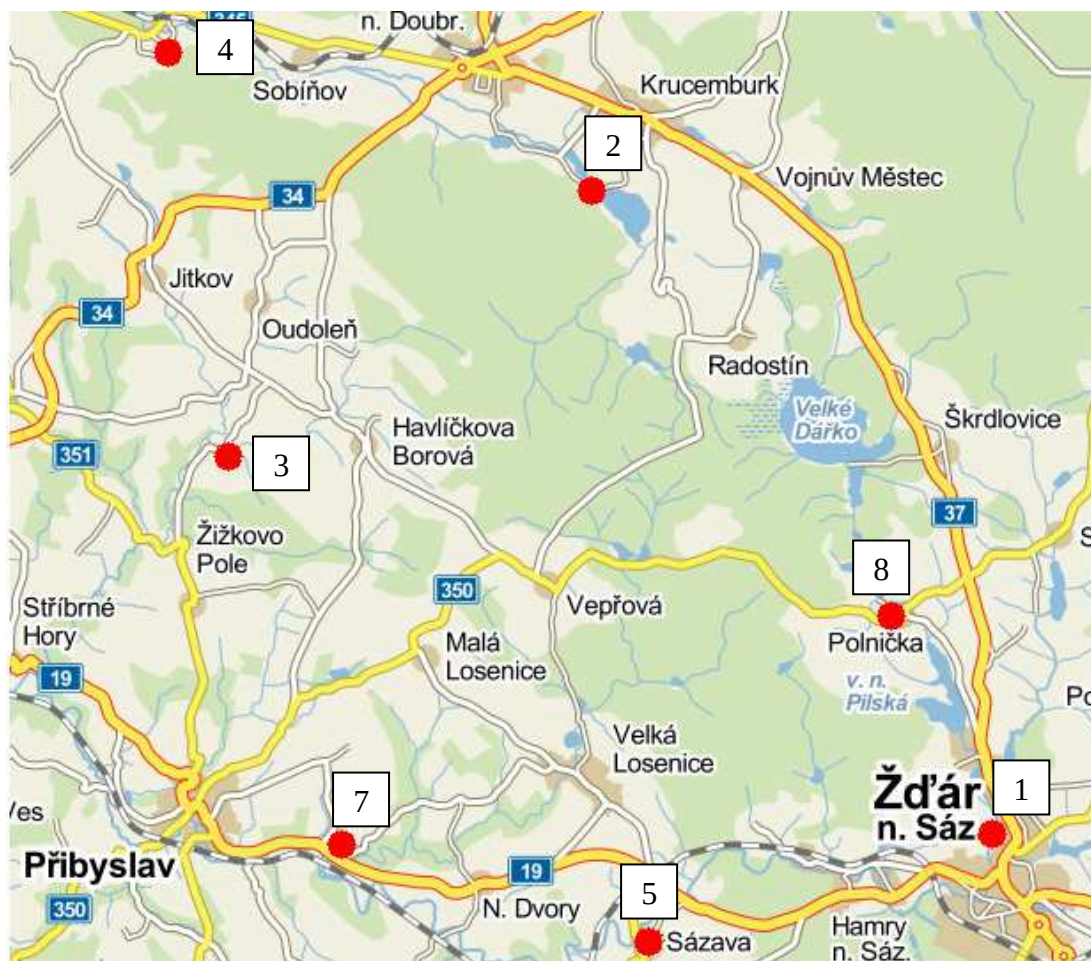
5 Krásné u Nového Města na Moravě

Podle M. Krepse [5] byla od 80. let 17. století dřevouhelná vysoká pec také v obci Krásné. Existenci pece v Krásném potvrzuje i J. F. Svoboda [24], který se zmiňuje v roce 1681 o mlýnu, který byl později přestavěn na hamerskou pec. Další podrobnosti o provozu ale nejsou známy. I přesto J. F. Svoboda [24] uvádí, že v roce 1750 byly železářny již zaniklé, ale existuje možnost, že v roce 1836 zde byly zbudovány nové hamry, které o 3 roky později do základu vyhořely [5, 24].

3.3 Hamry s kujnicími výhněmi v období nepřímé výroby z rud

3.3.1 Žďársko

Rozmístění kujnicích výhní na Žďársku je zřejmé z mapy na obr. 22. Existovalo jich zde a osm a pracovaly pro zdejší vysoké pece. Kujnicí výhně se nacházely ve Žďáru nad Sázavou, na Starém Ransku, v Železných Horkách, v Bílku, Sázavě, Kocourově, Ronově nad Sázavou a v Polničce.



Obr. 22: Rozmístění kujnicích hamrů v období nepřímé výroby na Žďársku [12]

1 Žďár nad Sázavou

Jak již bylo zmíněno v části „Vysoké pece“, existují prameny [5], které potvrzují existenci kujnicí výhně v 17. století na území dnešního Žďáru, její polohu však nelze přesně určit [5].

2 Staré Ransko

V místním hamru probíhalo zkujňování surového železa vyrobeného v místní dřevouhelné vysoké peci postavené v roce 1670. Další kujnicí výhně zde byly postaveny v průběhu první poloviny 19. století a v roce 1846 zde bylo těchto výhní 8. K postupnému ukončení provozu kujnicích výhní došlo v souvislosti s omezením provozu vysokých pecí v Ransku od 50. let 19. století [5, 13].

3 Železné Horky u Havlíčkovy Borové

Literatura se ve spojitosti s Železnými Horkami zmiňuje o existenci kujnicí výhně, která pracovala pro vysoké pece v Sobíňově a Ransku. Ta zde fungovala až do roku 1776. V tomto roce bylo vodní dílo přestavěno na mlýn, jenž zde existoval až do 2. poloviny 20. století, kdy byl zbořen [5, 13].

4 Bílek

Kujnicí výheň v Bílku sloužila stejně jako výhně v Železných Horkách a v Sázavě pro vysoké pece v Ransku a Sobíňově. Z těchto tří výhní byla výheň v Bílku v provozu nejdéle a to do roku 1799. Přestavěna a znovu uvedena do provozu byla na počátku 19. století, kdy byla opět zprovozněna pec ve Starém Ransku [5, 13].

5 Sázava

M. Kreps ve svém díle [5] uvádí, že v Sázavě se zkujňovalo železo ze Sobíňova a Ranska do roku 1760, což vede k možné existenci kujnicí výhně v Sázavě. Jiné literární zdroje [11, 13, 17, 19] se o kujnicí výhni nezmiňují [5, 11, 13, 17, 19].

6 Kocourov

O kujnicí výhni v Kocourově se zmiňuje pouze jeden pramen [23], a to v souvislosti s dřevouhelnou pecí v Sobíňově. Jakákoliv data však chybí. Tuto obec nebylo možno v mapě lokalizovat [23].

7 Ronov nad Sázavou

Existují úvahy o možném provozu kujnicí výhně v Ronově ke konci 17. století. Tyto úvahy nelze s jistotou vyloučit. Podle analýz strusek z míst bývalého hamru, které provedl K. Stránskýa kol. [11] lze s vysokou pravděpodobností potvrdit existenci kujnicí výhně. Ta by zde pracovala pravděpodobně někdy od roku 1670, kdy byla uvedena do provozu dřevouhelná vysoká pec ve Starém Ransku. Její zánik by byl pak spojen s rokem 1706, kdy byla na místě hamru postavena papírna [11].

8 Polnička

Při dřevouhelné vysoké peci v Polničce pracovala také kujnicí výheň a ke konci 18. století zde byla postavena ještě druhá. V roce 1846 bylo v Polničce výhní celkem devět. Literatura [5] uvádí, že v roce 1847 pracovalo v Ransko-Polničském komplexu 17 kujnicích výhní [5, 13].

3.3.2 Rychmbursko

Rozmístění kujnicích výhní na Rychmbursku je zřejmé z mapy na obr. 23. Také zde zpracovávaly kujnicí výhně surové železo z místních pecí. Výhní se zde nacházelo osm: Přerostlé u Hlinska, Pustá Kamenice, Rychnov, Křižánky, Kameničky, Blatno, Březiny a Lhoty.



Obr. 23: Rozmístění kujnicích hamrů v období nepřímé výroby na Rychmbursku [12].

1 Hamry – Přerostlé u Hlinska

Původní hamr v Přerostlém vyrábějící kujné železo přímo z rud byl přestavěn na kujnicí hamr v roce 1670 a byl pojmenován Nový nebo také Dolní. Kujnicí hamr sloužil pro účely tamní vysoké pece, která zde byla uvedena do provozu ve stejném roce [5].

2 Pustá Kamenice

I v Pusté Kamenici pracoval zkujňovací hamr, o kterém jsou podle K. Stránského a kol. [11] první zmínky z roku 1753. Tento hamr sloužil pro účely místní dřevouhelné vysoké pece [11, 13].

3 Rychnov

Také zkujňovací hamr v Rychnově sloužil pro účely pece v Pusté Kamenici [13].

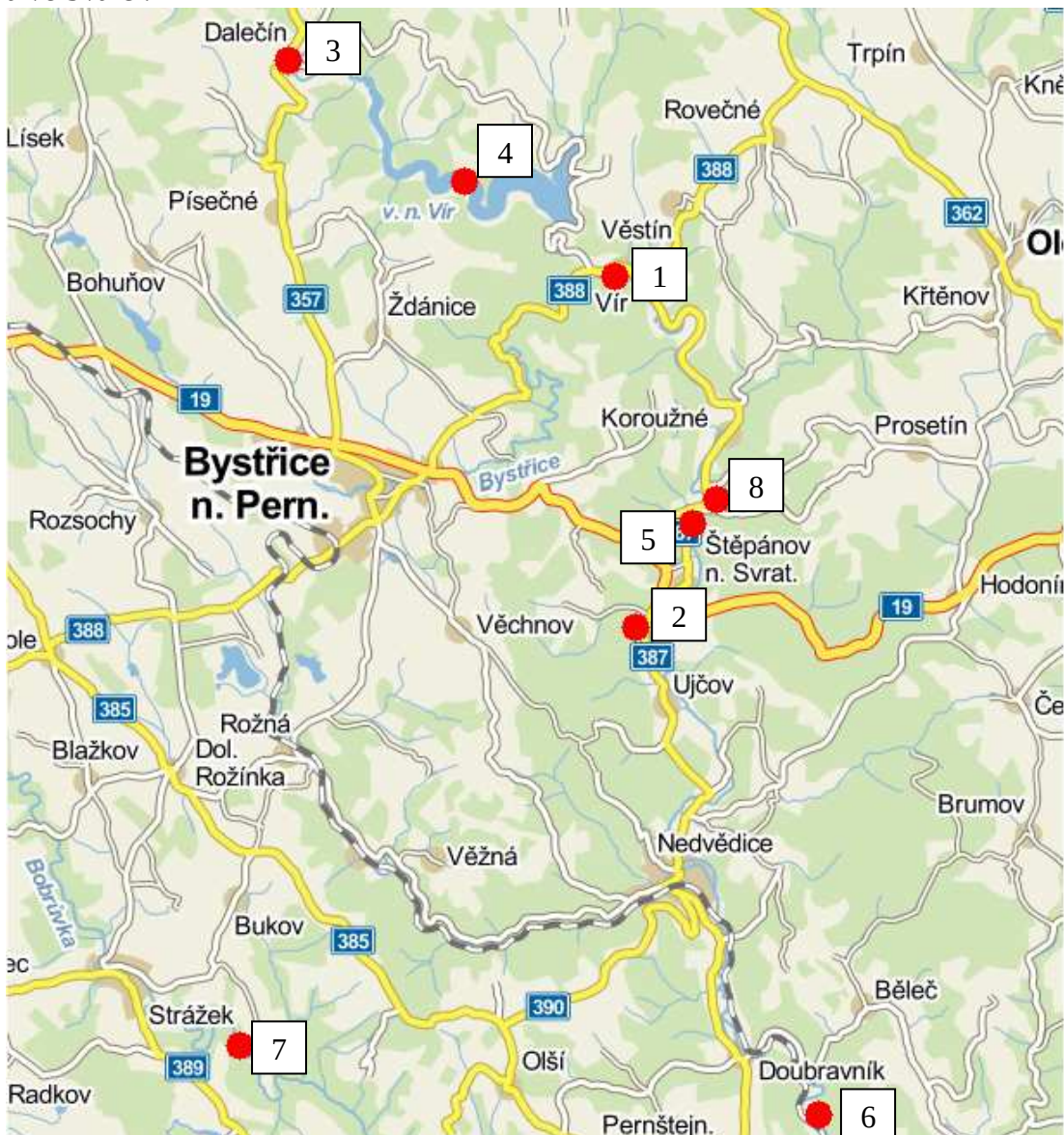
4 Křižánky, 5 Kameničky, 6 Blatno, 7 Březiny, 8 Lhoty

Všechny kujnicí hamry ve zmíněných obcích sloužily pro dřevouhelné vysoké pece v Přerostlém, Svratce (Cikánci), Pusté Kamenici a Čachnově. V Březinách byly dokonce kujnicí hamry 2 a ještě jeden cánhamr [13].

3.3.3 Pernštejsko

Na mapě na obr. 24 jsou znázorněny kujnicí výhně na Pernštejsku. I zde bylo kujnicích výhní osm, a to v Olešnici, ve Víru, v Dalečíně, v dnes již zaniklém

Chudobíně, v Borovci, v Prudké u Nedvědice, v Habří u Rožné nad Pernštejnem a ve Švařci.



Obr. 24: Rozmístění kujnicích hamrů v období nepřímé výroby na Pernštejsku [12]

1 Vír u Bystřice nad Pernštejnem

Literatura [13, 27] s odvoláním na obecní kroniku uvádí, že ve Víru vznikly železné hutě a tavárna v roce 1660 a to v místě dnes nazývané u Hutě. M. Kreps [28] se však domnívá, že ve Víru byla pouze kujnicí



Obr. 25: Remízek ve Víru s haldou strusek

výheň a kovárna s hamerskými kladivy pro zkujňování železa, nejspíše z olešnické vysoké pece. Zánik železáren ve Víru je kladen do roku 1705, kdy byly zničeny při velké bouři [11, 13, 27, 28].

2 Olešnička u Štěpánova nad Svratkou

Kujnicí výheň v Olešničce vznikla při místní vysoké peci v roce 1660. Provoz celé hutě byl přerušen podle M. Krepse [5] v roce 1692 a opět zahájen někdy před rokem 1745. Přestože provoz pece v Olešničce byl později přerušen, kujnicí výheň fungovala dále. Její provoz byl ukončen v roce 1870 [5, 8, 11].

3 Dalečín

Kdy přesně byla zprovozněna kujnicí výheň v Dalečíně literatura neuvádí. K. Stránský a kol. [13] se domnívají, že to bylo někdy mezi roky 1660 a 1673, nebo krátce poté. Je jisté, že svůj provoz ale ukončila před rokem 1690. K. Stránský a kol. [13] předpokládají, že byla kujnicí výheň v provozu maximálně třicet let, spíše ale jen okolo patnácti let. V současnosti ale nelze vyloučit, že zde mohl stávat hamr ještě v době přímé výroby železa z rud (v 15. století). V současné době ale neexistují žádné podklady, které by tento předpoklad potvrdily. Podle literatury [11, 25], měl hamr údajně stát v lokalitě dnes nazývané V Papírně, která se nachází asi půl kilometru severně od Dalečína. M. Krepš [5] se ovšem o této možnosti nezmiňuje. K. Stránský a kol. [13] provedli v roce 2003 průzkum terénu a z analýzy nalezených strusek vyplynulo, že v Dalečíně pravděpodobně fungovala kujnicí výheň. Tato kujnicí výheň zpracovávala s největší pravděpodobností (vzhledem ke vzdálenosti a dopravnímu spojení) surové železo z dřevouhelné vysoké pece v Olešničce.

Na místě hamrů se později nacházela papírna, kde se od roku 1690 vyráběl ručně papír. Později stála na tomto místě pila nebo přádelna. Dnes se zde nachází podnik GAMA GROUP a.s. [5, 11, 13, 25].

4 Chudobín

První zmínka o hamru v osadě Hamry (byly součástí Chodobína a ležely od něj asi 1,5 km po proudu řeky Svratky) pochází z roku 1673 a je pravděpodobné, že zde byla v provozu kujnicí výheň. V roce 1773 zde byl provoz zastaven, a to pro nedostatek dřeva. Dalším důvodem mohlo být také poškození požárem. Někdy v letech 1827 – 1836 byla v Chudobíně postavena nová kujnicí výheň s hamerským kladivem, která zpracovávala surové železo z vysoké pece v Olešničce. Hamr prošel v roce 1837 rekonstrukcí, po které k němu náležel i cánhamr a byla zde použita skříňková dmychadla. Provoz hamru byl zastaven v roce 1870, přesto zde ještě potom probíhalo pálení dřevěného uhlí. Na místě hamru stála později přádelna a od konce 50. let 20. století je vše zatopeno Vířskou přehradou [5, 11, 13, 27, 28, 29].

5 Borovec u Štěpánova nad Svratkou

O provozu kujnicí výheň v Borovci se M. Krepš [5] zmiňuje poprvé již v druhé polovině 17. století, K. Stránský a kol. [13] až v roce 1745. Literatura dále uvádí, že v roce 1797 zde byla postavena další kujnicí výheň. Železo se zde zkujňovalo ještě v první polovině 19. století. Konec tohoto procesu zde byl ukončen pravděpodobně v souvislosti s uzavřením vysoké pece v Olešničce v roce 1861. Později zde byla v provozu slévárna i s kuplovnou, a to ještě před první světovou válkou [5, 11, 13].

6 Prudká u Nedvědice

V roce 1740 byl v Prudké v provozu kujnicí hamr a zpracovával surové železo vyrobené v tamní vysoké peci. M. Krepš [5] se o existenci kujnicího hamru zmiňuje až v 70. letech 18. století. Kujnicí hamr zanikl společně s vysokou pecí v roce 1875 [5, 11].

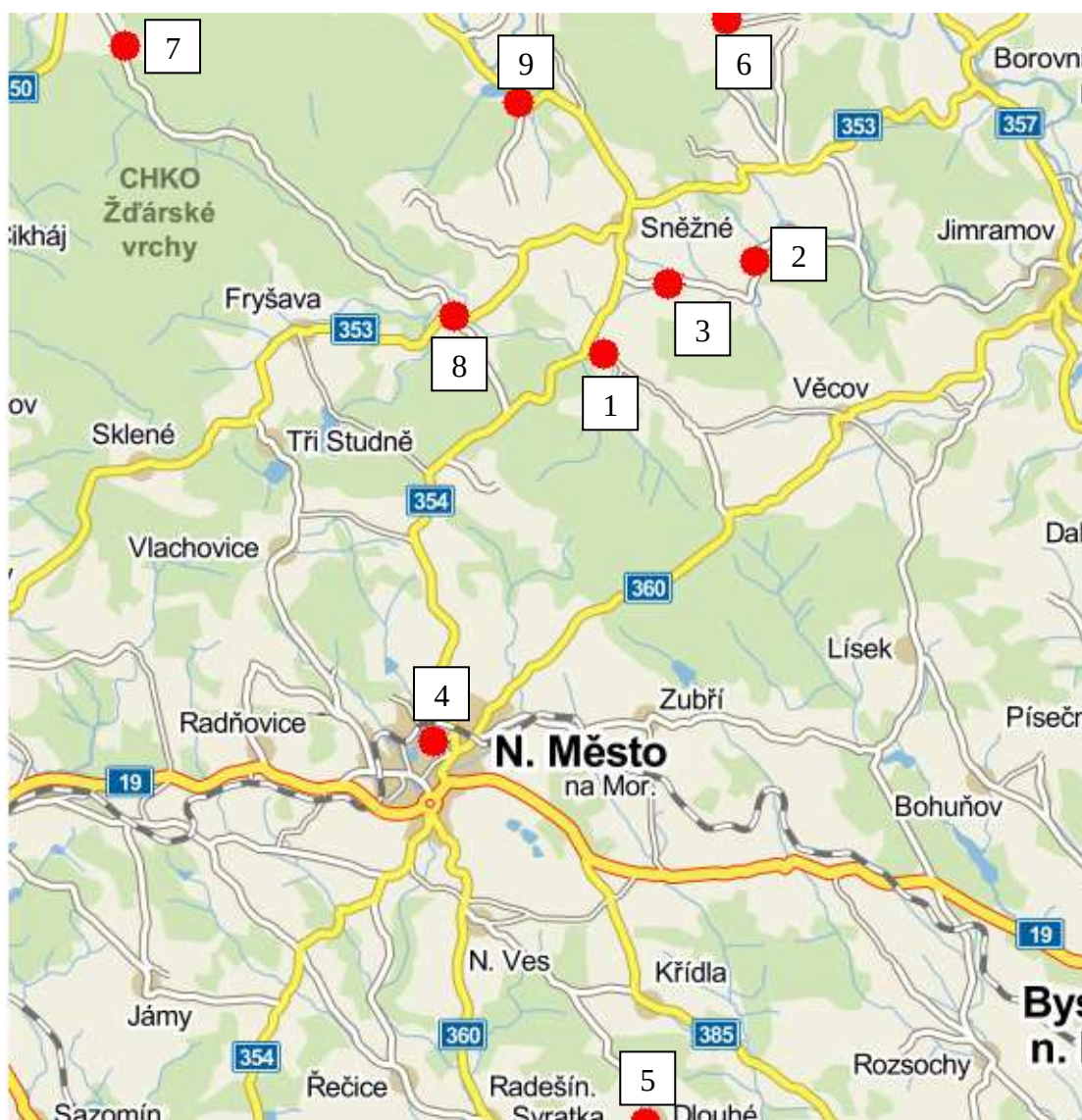
7 Habří u Rožné nad Pernštejnem, 8 Švařec

Kujnicí výheň v Habří byla zprovozněna pravděpodobně v roce 1836 a sloužila pro zpracování surového železa z Olešničky [5, 13].

Literatura [11, 29] se zmiňuje o kujnicí výhni také ve Švařci (dnes součást obce Koroužné). Poloha a jakékoliv další informace jsou však neznámé [11, 29].

3.3.4 Novoměstsko

Na Novoměstsku existovalo kujnicích výhni dokonce 9, jejich rozmístění je zřejmé z mapy na obr. 26. Výhně se nacházely v Kuklíku, Lísné, ve Vříšti, v Novém Městě na Moravě, v Dlouhém a Krásném u Nového Města, v Brušovci, Kadově a na Milovech.



Obr. 26: Rozmístění kujnicích hamrů v období nepřímé výroby na Novoměstsku [12]

1 Kuklík

Kujnicí hamr byl postaven v Kuklíku v roce 1651 a sloužil pro vysokou pec v Kadově založenou ve stejném roce. Jeho činnost je doložena ještě v roce 1770, ale na počátku 19. století již mezi výčty kujnicích hamrů chybí. Je tedy pravděpodobné, že hamr zanikl na konci 18. století a později byl přeměněn na mlýn [5, 11, 24].

2 Líšná

Kujnicí hamr zde vznikl přeměnou mlýna někdy po roce 1651 a stejně jako většina kujnicích hamrů v této oblasti, sloužil pro potřeby kadovské pece. Podle M. Krepse [5] zde v roce 1810 byla postavena další kujnicí výheň, která byla roku 1812 inovována. Líšná se ve výčtu kujnicích hamrů objevuje ještě v roce 1864, její zánik lze tedy datovat okolo roku 1874, kdy ukončila činnost kadovská pec. K. Stránský [11] píše také o možné existenci cánhamru v Líšné. Další literatura tuto skutečnost nepotvrzuje [5, 11, 24].

3 Vříšť

Kujnicí hamr ve Vříšti byl pravděpodobně zřízen, stejně jako hamr v Líšné a Kuklíku, okolo roku 1651 a sloužil pro potřeby kadovské pece. V roce 1741 zde byla v provozu také drátovna. V roce 1746 je doložena i existence cánhamru, který zde vznikl pravděpodobně po roce 1741. O činnosti cánhamru se literatura zmiňuje ještě v roce 1829. Kujnicí hamr zde byl v provozu ještě v roce 1864 a jeho zánik lze nejspíše spojovat se zánikem pece v Kadově. Vříšť sloužila také po určitou dobu jako sídlo šichtmistrovského úřadu [5, 11, 24, 30].

4 Nové Město na Moravě, 5 Dlouhé u Nového Města na Moravě, 6 Krásné u Nového Města na Moravě

O existenci kujnicích hamrů v Novém Městě na Moravě (od roku 1651), Dlouhém (od roku 1666) a Krásném (od roku 1687) se zmiňuje K. Stránský [11]. Další informace nejsou známy [11].

7 Brušovec

V roce 1741 literatura uvádí kujnicí hamr i v Brušovci, a to rovnou dva. Brušovecký hamr stál na pravém břehu řeky Svratky (na moravské straně) a Český hamr na levém břehu (na české straně). Brušovecký hamr sloužil pro potřeby pece na Milovech a v Kadově a byl v provozu ještě v roce 1837. V roce 1864 už se ve výčtu pracujících hamrů nevyskytuje [5, 13].

8 Kadov

M. Krepse [5] uvádí, že kujnicí hamr stál v roce 1741 také v Kadově, ve zmínkách z roku 1760 už ale hamr uváděn není. Jeho činnost tedy skočila do roku 1760 [5].



Obr. 27: Budova bývalého kujnicího hamru pod hrází Milovského rybníka

9 Milovy

Kujnicí výheň byla na Milovech postavena ve stejném roce jako dřevouhelná vysoká pec (1741) a zpracovávala surové železo nejen z této vysoké pece, ale také z pece v Kadově. Kujnicí výheň zde pracovala i po zániku pece na Milovech v roce 1830, a to až do roku 1869. Budova hamru sloužila později jako kovárna a nakonec jako obytné stavení [5, 13].

4 ZÁVĚR

Nejstarší železářské hutě na Českomoravské vysočině zpracovávaly místní kovanosné rudy za nízkých teplot v primitivních tavicích pecích nebo v tzv. dýmačkách. Redukčním činidlem byl uhlík z dřevěného uhlí. Dřevěné uhlí sloužilo nejen jako zdroj uhlíku, ale také jako palivo. Redukční reakce probíhající v peci lze popsat následovně:



Starí hutníci vyráběli železo za použití stejných fyzikálně chemických pochodů, na kterých je založena moderní metalurgie, tedy redukční a oxidační pochody. Tyto souvislosti si však neuvědomovali a výrobní postupy vznikaly empiricky v primitivních pecích a výhních.

Produktem těchto primitivních pecí byla železná houba, která se zpracovávala v hamrech. Hamerským bucharem se houba svařovala v „homogenní“ kus a současně se z ní vytlačovala struska. Zmíněná technologie se na sledovaných lokalitách využívala přibližně do poloviny 17. století.

Významné zvýšení produktivity práce přinesla nepřímá výroba železa z rud. Metoda spočívala v redukci rud za zvýšené teploty, kdy docházelo k nauhličení vznikající železné hmoty za vzniku surového železa. Nauhličení následovalo po redukci (rovnice 17, 18, 19) a lze jej vyjádřit rovnicí následující:



Uhlík z dřevěného uhlí se při procesu nauhličení rozpouští v železe. Při dosažení koncentrace 4,3 % C se slitina Fe – C (surové železo) taví při teplotě cca 1150°. Získané surové železo bylo zkujňováno oxidací rozpuštěného uhlíku v železe. Zmíněný proces se uskutečňoval v kujnicích výhních. V regionu Českomoravské vysočiny se pro nepřímou výrobu železa z rud používaly dřevouhelné vysoké pece, jejichž existenci lze na sledovaném území datovat přibližně od poloviny 17. století do poloviny 19. století.

50. léta 19. století znamenala pro sledovanou oblast velký zvrat. Důvodem byla výstavba pudlovacích pecí v jiných regionech, které jako palivo využívaly koks. Jejich denní produkce surového železa byla mnohonásobně větší a podniky na Českomoravské vysočině, využívající jako palivo stále dřevěné uhlí, ztrácely konkurenční schopnost. Podniky postupně mezi léty 1875 – 1886 všechny zanikly. V provozu se udržela pouze slévárna ve Štěpánově nad Svratkou, která zpracovávala surové železo nakoupené v jiných hutích.

V současné době udržují na Českomoravské vysočině železářskou tradici tři velké výrobní podniky: Žďas a.s. ve Žďáru nad Sázavou a Železářny Štěpánov spol. s r.o. ve Štěpánově nad Svratkou a Slévárna a modelárna Nové Ransko ve Žďáru nad Doubravou.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- 1) HOVORKA, František. *Technologie chemických látek* [online]. Praha: VŠCHT, 2005, 180 s. [cit. 2012-05-01]. ISBN 80-708-0588-9. Dostupné z: http://vydavatelstvi.vscht.cz/katalog/uid_isbn-80-7080-588-9/anotace/
- 2) JIRÁSEK, Jakub a Martin VAVRO. *Nerostné suroviny a jejich využití* [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2008 [cit. 2012-05-01]. ISBN 978-80-248-1378-3. Dostupné z: <http://geologie.vsb.cz/loziska/suroviny/index.html>
- 3) ŠENBERGER, Jaroslav. *Metalurgie oceli na odlitky*. Brno: CERM, 2003, 148 s. ISBN 80-214-2509-1.
- 4) JANOTKA, Miroslav a Karel LINHART. *Řemesla našich předků*. Praha: Svoboda, 1987, 208 s.
- 5) KREPS, Miloš. *Železářství na Žďársku*. Brno: Blok, 1970, 211 s.
- 6) Pálení dřevěného uhlí. *Toulky po Čechách, Moravě, Slezsku i zahraničí* [online]. [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: <http://www.toulkypocechach.com/uhlir.php>
- 7) BOTHE, Otakar. *Strojírenská technologie I: pro strojírenské učební obory* [online]. Praha: SNTL, 1989, 173 s. [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: http://www.amapro.cz/datove_zdroje/knihy/strojnictvi_1/obsah_strojtechnologie1.php
- 8) Historie železáren. *Štěpánov nad Svratkou* [online]. [cit. 2012-04-17]. Dostupné z: http://www.stepanovnadsvratkou.cz/h_zelezarny.htm
- 9) Hamr. *Abeceda vodních pohonů* [online]. [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: <http://mve.energetika.cz/uvod/hamr.htm>
- 10) Geomorfologické oblasti ČR. *Zeměpis ČR* [online]. [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: <http://zemepis.zszlutice.cz/kabinety/zemepis/Cr-hory/hory.htm#Balt>
- 11) STRÁNSKÝ, Karel, Vladimír USTOHAL, Antonín REK a Lubomír STRÁNSKÝ. *Železné hamry hutě Českomoravské a Dražanské vrchoviny: Soubor statí*. Brno: VUT FSI ÚMI, 2003, 107 s.
- 12) *Mapy* [online]. [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: <http://mapy.cz/>
- 13) STRÁNSKÝ, Karel, Lubomír STRÁNSKÝ, Drahomíra JANOVÁ a Antonín BUCHAL. *Železné hamry a hutě Českomoravské a Dražanské vrchoviny*. Brno: Vysoké učení technické v Brně - Fakulta strojního inženýrství, Ústav materiálového inženýrství, 2009, 107 s. ISBN 978-80-214-3853-8.
- 14) SVOBODA, Josef František. *Vlastivěda moravská: místopis. II., Žďárský okres*. Brno: Musejní spolek, 1937, 356 s.
- 15) *Dějiny obce Polnička*. Polnička: Obecní úřad, 2002, 135 s.
- 16) PŮŽA, František. *Kronika přibyslavská*. Přibyslav: Společenstvo různých živností v Přibyslavi, 1914, 408 s.
- 17) NĚMEC, Václav. *Osudy lidí pod Peperkem: Poznatky z dějin Velké Losenice a okolních vesnic*. Žďár nad Sázavou: Okresní výbor Československé strany lidové, 1990, 127 s.
- 18) PLEINER, Radomír, Jan KOŘAN, Matuš KUČERA a Jozef VOZÁR. *Dějiny hutnictví železa v Československu 1: Od nejstarších dob do průmyslové revoluce*. Praha: Academia, 1984, 295 s.
- 19) *Svazek obcí "Pod Peperkem"*. Žďár nad Sázavou: Sdružení obcí pod Peperkem, 2002, 50 s.
- 20) Historie obce - počátky osídlení. *Obec Sázava, okres Žďár nad Sázavou* [online]. [cit. 2012-04-10]. Dostupné z: <http://www.obecsazava.cz/hist01.htm>

- 21) PLEVA, František. *Sázava milovaná*. Pelhřimov: Nová tiskárna, 2005, 365 s. Edice Vysočiny. ISBN 80-865-5938-6.
- 22) *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku: II. díl, H-O*. Praha: Libri, 2002, 597 s. ISBN 80-7277-044-6.
- 23) *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku: III. díl, P-S*. Praha: Libri, 2003, 617 s. ISBN 80-7277-045-4.
- 24) SVOBODA, Josef František. *Vlastivěda moravská: místopis. II., Novoměstský okres*. Brno: Musejní spolek, 1948, 720 s.
- 25) TENORA, Jan. *Vlastivěda moravská: místopis. II., Bystřický okres*. Brno: Musejní spolek, 1907, 272 s.
- 26) *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku: I. díl, A-G*. Praha: Libri, 2001, 622 s. ISBN 80-7277-043-8.
- 27) ALTMAN, Karel. *Vír v údolí Svratky*. Vír: Obec Vír, 2008, 251 s. Edice Vysočiny. ISBN 978-80-254-3430-7.
- 28) KREPS, Miloš. *Soupis železných hutí na Moravě a ve Slezsku v období feudalismu*. Praha: Národní technické muzeum, 1968, 80 s.
- 29) BARTOŇ, Jiří et al. *Chudobín: historie zaniklé obce*. Vír: Obec Vír, 2006, 203 s. Edice Vysočiny. ISBN 80-239-6796-7.
- 30) *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku: IV. díl, Š-Ž*. Praha: Libri, 2004, 550 s. ISBN 80-7277-160-4.