

## **NEROSTNÉ SUROVINY V 13.-16.STOLETÍ V ZÁPADNÍ A STŘEDNÍ EVROPĚ** – **hrubý nástin**

ing. Martina Hřibová, PhD.

### **KÁMEN**

**Stavební kámen** – Stavební kámen se bral z nejbližšího okolí a jen pro účely kamenické a sochařské bylo únosné dovážet kámen (např. opuku). V oblasti české křídý se používá opuka kvádrový pískovec, v pemokarbonu arkosy a arkosové pískovce, v oblastech krystalinika těžko zpracovatelná rula a žula. Kámen se dobýval z lomů ručně patně klínováním (což se u jakostních kamenů dělá dodnes).

**Žernovy** – z pískovce, žuly, vápence, riolitu, čediče. Drsný kámen se sice tak rychle neomílal, ale vyhlazoval se.

**Vápno** – (na maltu), výroba pálením vápenců v jámách nebo milířích.

**Mramor** – začaly se uplatňovat i naše mramory a to hlavně na náhrobky.

**Kamenářství** – začínají se zpracovávat i domácí drahé kameny a hlavně polodrahokamy. (Stěny kaple na Karlštejně a Svatováclavská kaple v katedrále sv. Víta jsou ovšem z Drážďan). U nás se nacházely granáty, iseriny, korundy, safiry, olivíny, cirkony aj. Drahokamy se získávaly rýžováním, polodrahokamy lomovou těžbou. Kameny se leštily, brousily, řezaly a vrtaly. Brusné kotouče byly z pískovců pro hrubé a kovové pro jemnou práci, k leštění se používalo dřevěných kotoučů potažených sukmem.

### **TUHA**

Používala se v keramice a hutnictví, v hrncířství jako přísada do hlíny a případně se z ní vyráběly kelímky. Tuha se získávala kopáním.

### **SŮL KAMENNÁ**

Sůl se nedobývala hornicky, ale odpařováním vody solných pramenů v pánvích na ohništích (?)

### **HLÍNA**

**Keramika** – přežívala lepená a obtáčená keramika. Na kruhu plně vytáčená keramika se mohla objevovat již v první polovině 13.st. Až do pol. 15.st se vyráběla keramika nepolévaná, později se začíná polévat, napřed z vnitřní strany. Na polevy se používalo galenitu, později i cínicité a různobarevné polevy. Používal se nožní hrncířský kruh.

**Kachle** – nejstarší typ je tzv. kachel hrncovitý se dnem zahroceným nebo zaobleným. Novějším je komorový o formátu 20x20 cm zdobený reliéfem a spojený s vytáčeným pláštěm.

**Majolika** – neprůhledná cínová bílá poleva (z Itálie), ve Francii označované jako fajáns. U nás se používají polevy olovnato-cínové, barvené na žluto, zeleno a hnědo přidávkem okují, od 16.st pak polevy bílé, barvené na modro oxidy mědi a snad i kobaltu, na černo směsí oxidů a na fialovo oxidem manganičitým. Již od 16.st se u nás vyrábělo nejen jednobarevné, nýbrž i vícebarevné zboží. Postup: na neprůhlednou glazuru se nanášela barva a ta se polévala ještě jednou průhlednou glazurou.

### **RUDY**

**Horní řády** – zeměpán se snažil zajistit právo na nerostné suroviny – horní regál. Bylo nutno upravit vztahy mezi dělnictvem a těžaři, těžaři a báňským městem, pozemkovým majitelem a králem pomocí báňských řádů. Řád Václava II. „Královské právo horničie“ je nejdokonalejším řádem v Evropě na principu horního regálu zeměpána horní svobody

**Stříbrné doly** – Kutná Hora („goldruch“ jak v Americe), Jihlava, Havlíčkův Brod, viz. patřičná literatura. Stříbrné rudy dělíme na tzv. ušlechtilé, kde je obsah rudy několik desítek procent a běžné měděné a olovnatozinkové s příměsí stříbra v setinách a desetínách procent.

**Zlaté a cínové doly** – začíná hlubinné dolování zlata, staré rýžování zlata je zatlačováno do pozadí (necičkama naplněnýma zlatonosným materiálem se pohybovalo sem a tam, lehké částice se odplavily a těžké zůstaly, mohlo následovat tavení v kelímcích s olovem, solí a plevami, aby se Au zbavilo síry a Ag). I u cínovce se začíná přecházet do hlubin, původně se také těžil rýžováním. Původní výroba cínu je velmi jednoduchá, neboť cínovec se začíná redukovat už při 400°C. Do jámy se dalo dřevo a na ně cínové kroupy, cínovec se redukoval dřevěným uhlím, které vzniklo nedostatečným hořením dřeva a cín se shromáždil na dně jámy. Později se začala ruda upravovat pražením – odstranila se síra, arsen a antimon, železo přecházelo do strusky.

#### Důlní díla

Umožněno důsledným využitím vrátku, žentouru a vodního kola.

**Jámy** – hlavními důlními díly byly úkolné šachty zakládáné v žilném pásmu hustě vedle sebe, neboť umožnily uplatnění většího počtu těžařů a havířů. Dolové pole bylo malé (98x64 m) a na něm musely být 3 jámy; malé pole nutilo havíře, aby sledovali žílu do hloubky. Úklon jámy se měnil s úklonem žíly. Profil byl co nejúspornější, ale tak, aby se tam vešly schody (vytesané do skály nebo do břevna připevněného k výdřevě) a okov s těžným lanem. Jinak zcela dokonalý chaos šachet.

**Štola** – dělily se na hledací (průzkum i odvodňování) a dědičné (odvodňování a větrání)

**Ruční nářadí** – nejstarším nástrojem byl špičák (původně hlavní nástroj) a krace (k rozpojování málo pevné horniny), hlavní nástrojem se stalo želízko a mlátek (cca dláto a kladivo) rozličných tvarů. Jelikož želízko muselo být stále ostré, tak byli u každého dolu kováři. Postup byl pomalý, po 6 hodinách se prosekali při průřezu 2x1 m o 2,5cm (některé šachty měly délku až 1400m).

**Sázení ohněm** – hornina se zahřála ohněm, čímž se rozpukla.

**Výdřeva** – jestliže se nerazilo v pevné hornině, musela se použít výdřeva. Jámy měli na povrchu věnc z rozpínek, na němž stál vrátek. Pod tím následovaly další věnce upevněné na stojkách. Nad ústím šachty se zbudovala šachetní budova.

#### Těžba

**Důlní stroje** – ruda se přenášela v necičkách nebo se smýkala v truhlách k nárazišti, kde se přesýpala do okovů nebo koží a vytahovala na povrch vrátkem. Někdy se používalo vodního kola či žentouru (koňskou silou).

**Odvodňování a větrání** – do jam se dostávala jak voda spodní tak i povrchová. Nejlepším způsobem odvodnění byly štoly, tam kde nešla vybudovat, se voda vynášela v měších vrátkem, vodním kolem nebo žentourem. Větralo se labyrintem chodbic, slepých chodbic, hloubení a nadlomů. Větrání ztěžovaly úzké prostory, dým vznikající při sázení ohněm a zápach z hnijícího dřeva. Používalo se přirozeného tahu větru, někdy také uměle pomocí větrníků.

#### Úprava

Při rubání se nezíská čistá ruda, nýbrž tzv. rubanina (ruda s jalovinou). Nejprve se tedy rubanina drtila (rudní částičky se uvolnily), drť se třídila podle velikosti zrn, zrna se dělila od jaloviny (rozduřování).

**Drcení** – protože předem propraná drť se třídila ručně (viditelné velké částice), tak se roztloukalo mlátky nebo mlaty. Později se používaly buchary, poháněné vodním nebo

šlapacím kolem, později stoupami, kde se drtila ruda pěcholy se železnými patkami buď za sucha (jen podložka, kam se kladla ruda) nebo za mokra (v korytech za trvalého přítoku vody). Za sucha rozdrčená rudnina se třídila síty na zrna několika velikostí (7).

**Rozdružování** – jednotlivé frakce získané suchým tříděním se rozdružovaly (oddělovala se rudní zrna od jaloviny v usazovacích žlabech a na splavech či sítěch, pohybovaných v kádi s vodou). Existovaly 3 druhy žlabů – jednoduchý, dělený hrázkami na několik stupňů a splachovník. Rudinová měl a voda se pouštěly na hlavu (horní část nakloněného splavu) a vznikající rmut propracovával dělník snímačkou (tyčí na jejímž konci bylo prkénko). Většina těžších zrn zůstala na splavu, kal šel do jímky pod splavem. Takto hrubě rozdržené zrna byla dále rozdružována na splavech. Nejpoužívanější byl plachtový stav, tj. mírně nakloněná deska potažená plachtou, která zachytila rudní zrna, když kal a písek byly odplaveny po důkladném zpracování rmutu snímačkou. Rozdružování na sítěch se provádělo tak, že se sítem pohybovalo v kádi s vodou ve směru svislé osy a tak se materiál rozdružil podle specifických vah tak, že nejtěžší částičky byly na dně síta, nelehčí na povrchu.

Když se ruda drtila za mokra, získal se přímo rmut, který se vedl přímo do usazovacích žlabů a na splavy.

Hutnictví drahých a barevných kovů

**Hutnické pochody** – obvykle se používalo suché cesty, hydrometalurgie se využívala pouze u cementace a odlučování kovů. Pražení se provádělo volně na hromádách nebo v pálecích pecích, užívalo se k tavení šachtových pecí stejných jako dnes (kelímkové, žlábkové a tůňové – liší se „výpustí“). Palivem bylo dřevěné uhlí a podpalovalo se rašelinou.

**Zlato** – nejjednodušeji se získávalo rýžováním; ze získaného šlichtu se buď vytavilo nebo se šlichty mísily se rtutí a ze vzniklého amalgamu se zlato získávalo žiháním. Bohatší rudy se tavily v kelímcích tak, aby se zlato soustřeďovalo do olova, mědi nebo antimonu, který se přidával jako sirník, z něhož se antimon vyredukoval Fe či Cu. K oxidaci obecných kovů se přidával ledek nebo se tavení opakovalo, takže olovo, antimon nebo měď, obsahující zlato se mohly přímo zpracovávat sháněním. Chudé rudy se nejdříve v kelímkových nebo žlábkových pecích zolovňovaly nebo se z nich vytahoval měděný kamínek. Slitina olova se sháněla, kamínek se pražil a taval s olovnými přísadami, aby se zlato převedlo do olova. Když byl obsah mědi větší, mohla vzniknout vedle kamínku i slitina se zlatem, která se přímo zolovňovala.

**Stříbro** – rudy s ryzím stříbrem byly přímo zolovňovány (vnášeny do roztaveného olova) nebo byly taveny na kamínek v šachtových pecích; vláskové stříbro se tavilo v uzavřené hliněné nádobě nebo se zolovňovalo v kelímku, aby nedošlo ke ztrátám. Stříbrnosné měděné rudy byly nejdříve praženy, aby se snížil obsah síry na jednu třetinu a pak v žlábkové peci taveny na kamínek, z něhož opakovaným pražením a tavením se získala měď se stříbrem. Chudé stříbrné rudy se zpracovávaly jako chudé zlaté rudy.

**Měď** – Stříbro se z mědi získávalo vycezováním (3 stupně – v prvním se tavila černá měď s olovem – téměř všechno stříbro přešlo z mědi do olova; slitina se vycezovala – vytavovalo se z ní stříbrnosné olovo; v peci zůstávaly výškvarky, z nich se oxidačním tavením vyráběla měď). Měď chudá na stříbro se nejprve oxidačně tavila, aby se stříbro zkoncentrovalo v malém množství kovu. Výroba samotné mědi se lišila dle druhu. Rudy kyslíkaté nebo s ryzí mědí byly taveny redukčně v žlábkové peci, kyslíkaté rudy znečištěné sulfidy se tavily po vypražení sulfidicky, aby nečistoty přešly do strusky a získaly se strusky chudé na měď konečně sulfidické rudy s obsahem drahých kovů se tavily v žlábkové peci s olovem. K výrobě mědi se používala i cementace ( srážení mědi z důlních vod obsahujících síran měďnatý železem).

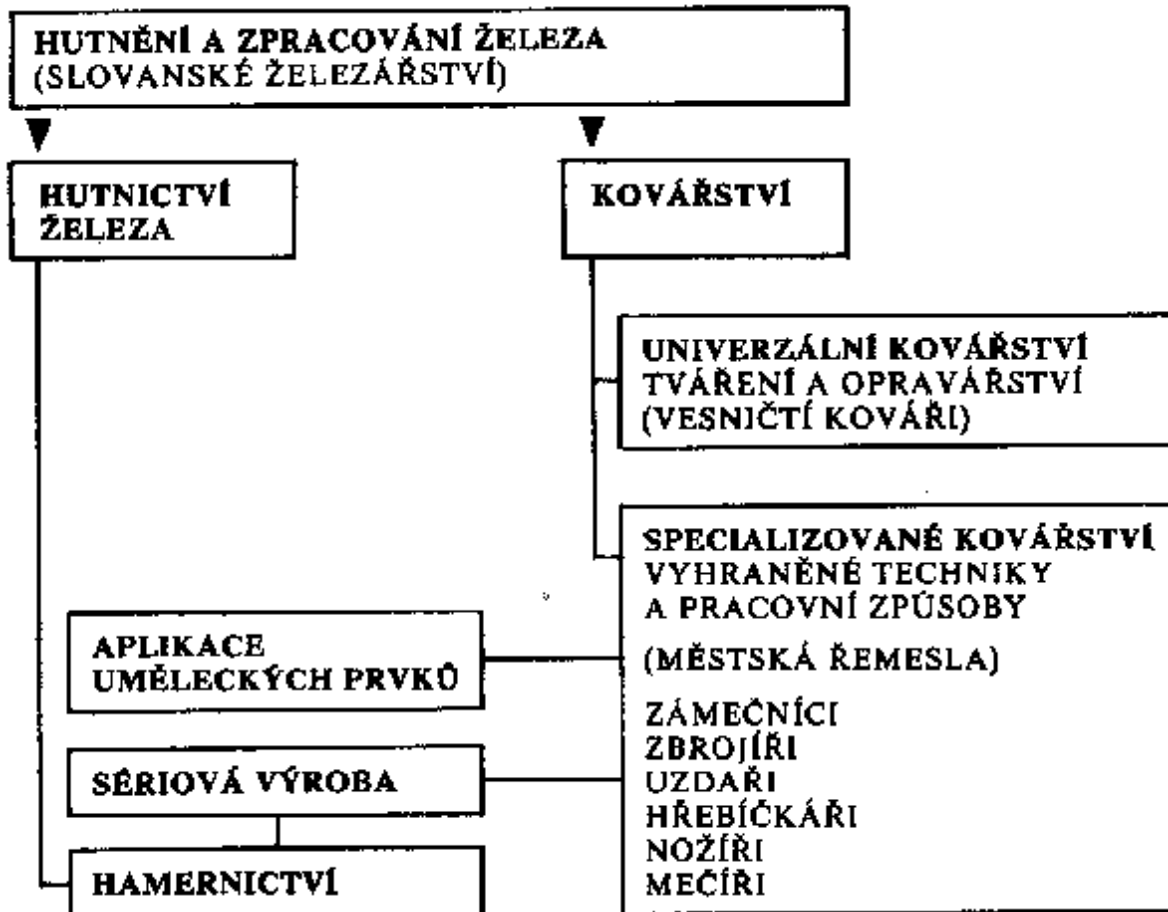
**Olovo** – používalo se metody pražně-redukční, která spočívala v oxidaci galenitu na oxid a síran železnatý, které se sírníkem olovnatým reagují za vzniku olova.

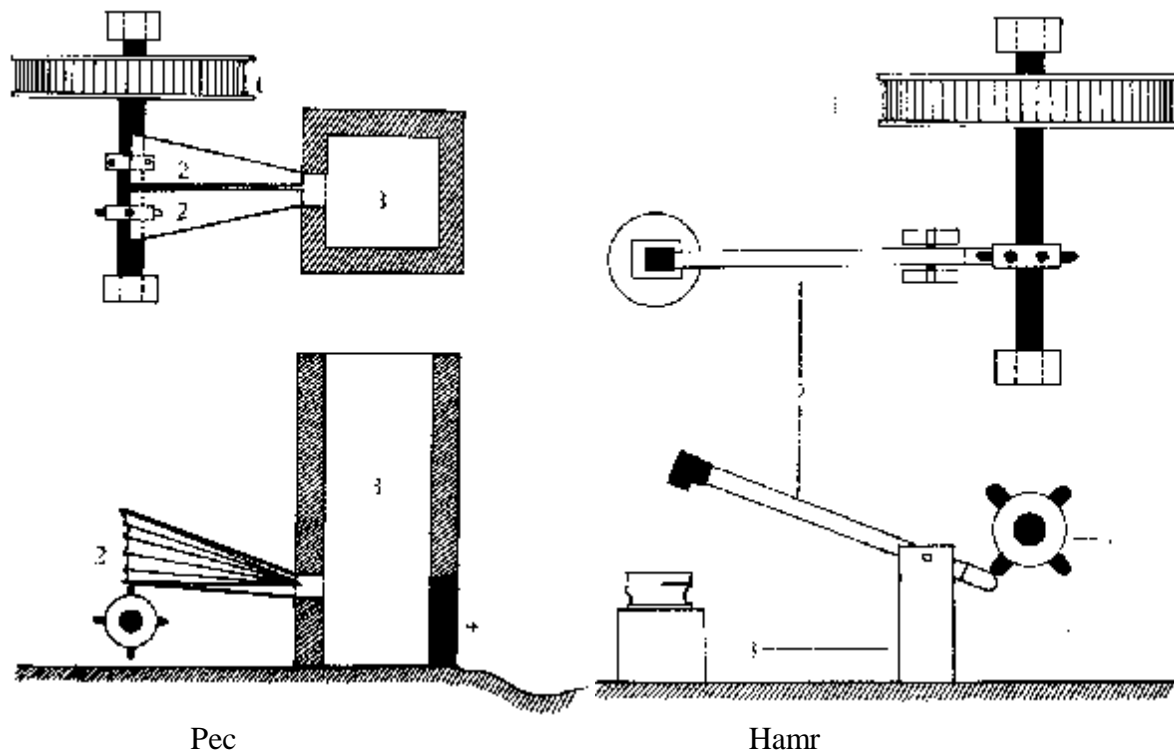
**Cín** - zdánlivě jednoduchá redukce cínovce (oxidu cíničitého) na cín. Ovšem v praxi se muselo pražit a zabránit přímému styku paliva s rudou.

**Jiné kovy** – rtuť se vypírala a čistila lisováním, antimon se vycezoval z rud podobně jako vizmut.

### Železářství

Malé jámové pece jsou nahrazovány šachtovými pecemi hliněnými nebo kamennými s dmýcháním měchem.





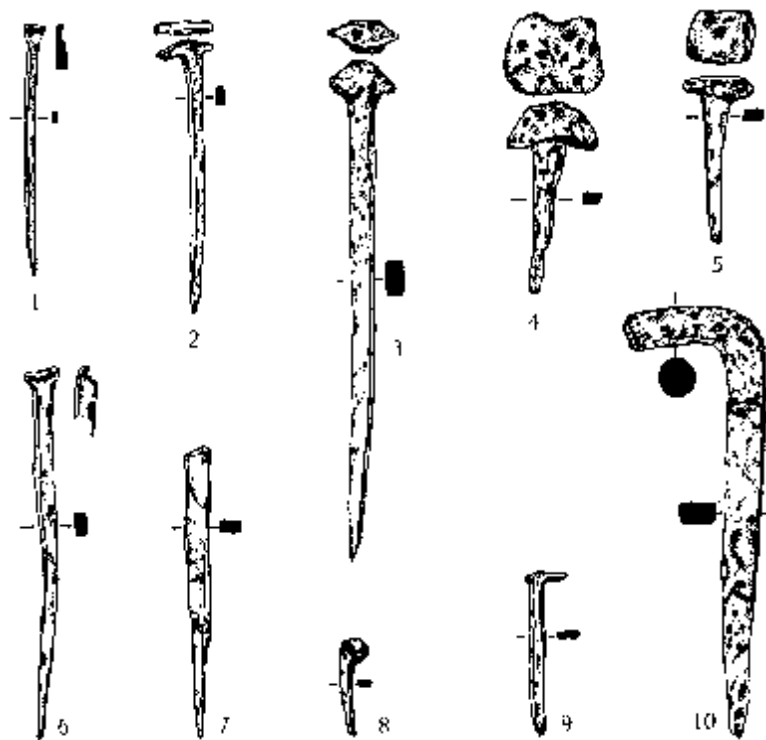
**Železná hut'** –kusová pec (dýmačka – kamená mimo spodní část z hlíny) jejíž měchy byly poháněny vodním kolem vyhřívačka, šmelcovna, buchar, puchýrna. V té době už byl znám hamr na rozkovávání vyrobené hroudy železa. Do pece se nasypala rozdrčená ruda a uhlí. Teplota v nístěji dosahovala 1300°C, tavný pochod trval 8-12 hodin a výsledkem byla těstovitá hrouda a tekutá struska. Železná hrouda se vylamovala v nístěji železným sochorem a vytahovala řetězem a velkými kleštěmi. Z vylomené hroudy se otloukla struska dřevěnými kladivy a vytlačila se z ní kováním struska uvízlá uvnitř hroudy. Následovalo žhavení v nístějových výhních – vyhřívačkách, po němž následovalo kování, kterým došlo k homogenizaci hroudy. Hrouda se rozdělovala na menší kusy, které se po vyhřátí v kovářské výhni - šmelcovna vykovávaly kladivem na základní kusy. Hamr – kladivo této doby, byl poháněný vodním kolem.

**Výroba železného zboží** – základním vykovávaným tvarem byl šín – ploché železo a štáf – tyčové železo. Běžným kovářským zbožím byly sekyry, kleště, kladiva, pily, sekáčky, motyky, lopaty, radlice, kosy, srpy, hřebíky, pánve, kotlíky,.. – tzv. bílé dílo. Černé dílo - kování vozů a koní. Kováři se specializovali – pilaři, lopatáři, dráteníci, hřebičníci,.. Kováři také vyráběli umělecké výtvoř – mříže, kování na nábytek, zámky, klepadla,..

**Plech a drát** – byl výchozím materiálem pro některé výrobky. Plechy se původně kovaly ručně, s plechhamry se setkáváme až v 16.st.. Výroba drátu : nejprve se vytahoval drát asi 5 mm silný a ten se dále protahoval ručně otvory v ocelové desce. Dráteník seděl na sedačce zavěšené jako houpačka a při každém pohupu vytáhl 25-30cm drátu. Tento hrubý drát se protahoval ještě jednou a současně navíjel na vřetenou.

**Ocel** – musela se dovážet a tak se jí šetřilo – při výrobě nožů se do ocelové spirálky vložilo železné jádro, oba kovy se svařily a pak se vykovala čepel.

**Hřebíky** – nejprve se vykoval drát příslušné tloušťky a z toho se dlátem odsekávaly jednotlivé kusy, stavěly se do prohlubně v kovadlině a vykovala se hlava. Hřebíků bylo mnoho druhů – šindelní, prkenné, latovní, podkovní,..



**Slévačství** – slévalo se v otevřených jednoduchých formách i v dvoudílných kadlubech. Bylo známo slévání do ztracené formy stejně jako odlévání s jádrem (odlévání dutých předmětů). Při odlitcích s jádrem se postupovalo tak, že se nejprve na kostře z železných tyčí zhotovila forma, jádro, a na ni byla nanesena tak silná vrstva vosku – košile – jak silný měl být odlitek; košile měla tvar odlévaného předmětu. Na košili se vyrobil plášť z hlíny, který tvořil vnější část formy. Aby jádro i plášť zůstaly v náležité poloze, byly spojeny několika dráty z vnějšku. Pro zpevnění byla takto upravená forma ovinuta provazy, opatrně vysušena a vosková košile vytavena. Vosk vytekl otvorem v plášti, kterým se při slévání lil do formy kov. Hlavními výrobky byly zvony, svícný, křtitelnice. Sléval se bronz a cín.

**Výrobní vztahy** – huť zaměstnávala dýmače s pomocníkem, šmelcíře s pomocníkem, hamerníka s pomocníkem, puchýře, konštýře, který lil vodu na železo, nádeníka a vozky na dovážení rudy a uhlí. Uhlí se pájilo v milířích a uhlíři byli placeni podle košů napáleného uhlí. O hospodaření s uhlím při huti se staral kulšitr. Železářský podnikatel dostával zpravidla železářnu v léno od pozemkového majitele za určitou roční činži placenou zpravidla v penězích i v železe. K železářně patřila i menší hospodářství, právo dolovat rudu, právo na stavební dřevo, povolení k užívání vodní síly, právo na mlýn a někdy i na vaření piva pro hutní zaměstnance.

Počátky anorganické a organické technologie

**Kamenec a skalice** – s rozvojem jirchářství a barvířství se rozvinula výroba kamenců a skalic. Kamenec – síran hlinito – draselný, (vyráběný z alunitu) se do 15. st dovážel z Egypta a Malé Asie. U nás jsou zmínky o kamencové studnici. Je pravděpodobné, že v jirchářství se používalo důlních vod obsahujících sírany.

**Potaš** - pro průmysl sklářský, textilní, mydlářský. Výroba je jednoduchá - popel ze dřeva se vyluhoval a získaný louh se odpařoval. Takto vzniklá černá potaš s obsahem organických látek byla patrně vypálena či kalcinována, aby byla vyčištěna. Nejčistší potaš se vyráběla pálením vinného kamene.

**Sanytr** – ledek draselný potřebný pro střelný prach a na výrobu kys. dusičné. Vzhledem k zápachu a nebezpečí bylo povoleno zakládat sanytrové plantáže pouze na obvodu měst. Sanytráři měli právo opatřovat si surovinu na příležitostných nalezištích (tam, kde docházelo k rozkladu dusíkatých látek živočišného i rostlinného původu – vlivem bakterií je totiž čpavek, vznikající hnitím organických dusíkatých látek, oxidován na kyselinu dusitou a dusičnou, která poskytuje sůl toho kationtu, který je k dispozici, většinou vápník). Nejlépe hlína ze starých ovčírén, výkvěty na zdech chlévů, hlína z podlah pivovarů, barvíren, popel z mydláren. Jelikož tyto zdroje nestačily poptávce, byly zřizovány plantáže – řada hromad na nepropustném podkladu, v nichž byly vrstvy různých organických odpadků smíšené s omítkou, jílem, vápnem a popelem, vzájemně oddělené vrstvami hlíny. Hromada zaléváná močí a hnojůvkou zrála 3 roky a pak se vyluhovala. Louhování se provádělo v dřevěných kádích, přičemž k dosažení větší koncentrace výluhu se slabý louh pouštěl přes nevyλουhovaný materiál. Získaný 3-4% roztok se odpařoval v měděném kotli na asi 25% konc., ještě za horka se převáděl do dalších dřevěných kádí s popelem, aby se dusičnan vápenatý převedl na draselný. Konečný koncentrát z těchto kádí se odpařoval na roztok asi 70%, z něhož se chlazením vyloučil ledek. Tento surový ledek se čistil překrytím v kádích, k němuž se přidávalo octa. K tomuto roztoku se přidal ještě pálený kamenec a po usazení žlutého kalu se čirý roztok převedl do krystalizačních kádí, aby vykrytal ledek.

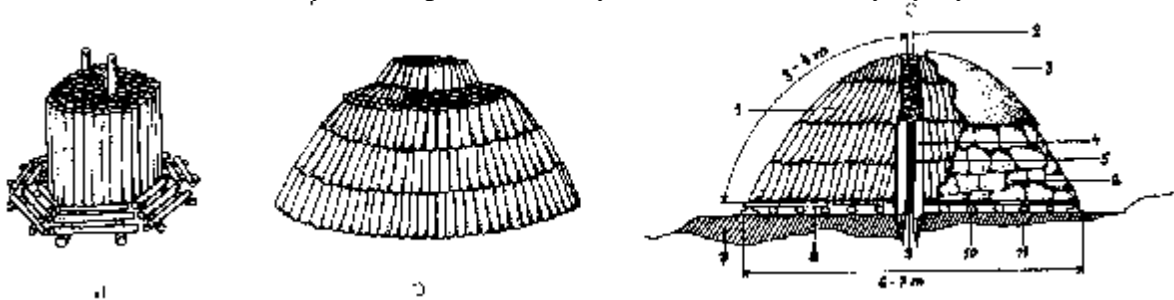
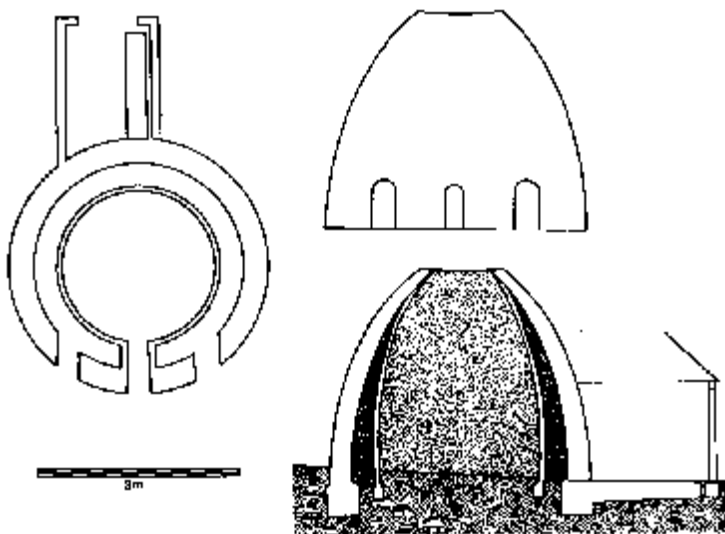


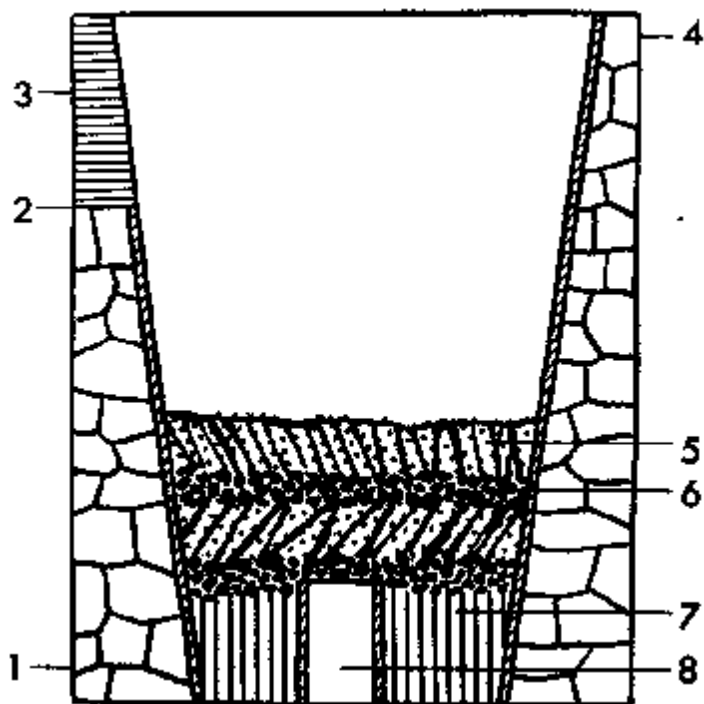
Schéma milíře a) jádro b) navršené dřevo c) řez zakrytým milířem

**Uhlířství a dehtářství** – suchá destilace dřeva. Při pálení dřeva v milířích vynikal vedle dřevěného uhlí i dehet, jehož množství bylo větší při rychlejší pálení. Dehet se používal v kožedělné výrobě při impregnaci a ve směsi s lojem k mazání ložisek. Vyráběl se původně v jamách s jámkou na dehet, ale brzo se přešlo na výrobu v pecích, kde byl oddělen destilační proces od topeniště.



Stavba pecí – na hraně břehu se vykopala okrouhlá mělká jáma se skloněným dnem, nad ní se vybudovala kopule z jílu s otvorem pro odchod plynů a vsázku dřeva a obezdila se kamenným pláštěm – vznikl topeništní meziprostor. Otvorem se pec naplnila dřevem, otvor se zalepil a v meziprostoru se topilo. Vznikající tekuté zplodiny - dřevný ocet a dehet stékaly dolů po skloněném dně do kanálku, kterým vytékaly ven. Dřevný ocet byl odpad, dehet se jímalo do dřevěných koryt. Když destilace proběhla, vybralo se z pece dřevěné uhlí vylomeným otvorem.

proběhla, vybralo se z pece dřevěné uhlí vylomeným otvorem.



Pec na pálení vápna.

Použitá literatura a ilustrace:

Dějiny techniky v Československu, Luboš Nový a kol., ACADEMIA, Praha, 1974

Dějiny hmotné kultury I (1+2), kol. autorů, SPN, Praha, 1985