

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ
KATEDRA MATEMATIKY A TECHNICKÉ VÝCHOVY

DĚJINY TECHY, Z NIKY V KONTEXTU VÝVOJE LIDSTVA
DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Martin Anderle
Učitelství pro 2. stupeň ZŠ, obor Ma-Te

Vedoucí práce: Ing. Jindřich Korytář

Plzeň, 2015

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni 11. dubna 2016

.....
vlastnoruční podpis

Děkuji všem, kdo mi pomáhali a podporovali mě při tvorbě této práce.
Obzvláště děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Jindřichu Korytáři, za poskytnutý čas, rady a podklady.

DĚJINY TECHNIKY V KONTEXTU VÝVOJE LIDSTVA

OBSAH

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI.....	1
SEZNAM ZKRATEK	3
ÚVOD	4
1 UČEBNÍ TEXTY	9
2 DĚJINY MATERIÁLŮ	12
2.1 PAZOUREK	12
2.2 MĚĎ.....	14
2.2.1 Výroba mědi z rud v dnešní době:.....	18
2.3 BRONZ.....	19
2.4 CÍN.....	21
2.5 PAZOUREK, MĚĎ, CÍN A BRONZ V DNEŠNÍ DOBĚ.....	22
2.5.1 Pazourek	22
2.5.2 Měď	23
2.5.3 Cín	23
Čistý kov	24
Slitiny 24	
2.5.4 Pájka	24
2.5.5 Bronz.....	26
Cínový bronz.....	26
Ostatní bronzы	27
2.6 ŽELEZO.....	29
2.6.1 Způsob výroby železa	32
Přímá výroba	32
Nepřímá výroba.....	34
2.6.2 Průmyslová revoluce a moderní výroba	37
2.6.1 Moderní výroba	38
Kontrolní otázky	44
2.7 LETOPOČTY OBJEVENÍ DALŠÍCH PRVKŮ	49
2.7.1 Významné události z oblasti dějin výroby kovů.....	50
3 DĚJINY VÝROBNÍCH STROJŮ A AUTOMATIZACE.....	51
3.1 VÝVOJ VÝROBNÍCH STROJŮ	52
3.2 VÝVOJ AUTOMATIZACE	52
3.3 VÝVOJOVÉ STUPNĚ AUTOMATIZACE.....	54
3.4 TVÁŘECÍ STROJE.....	55
3.4.1 Základní dělení.....	55
3.4.2 Historický vývoj bucharů a hydraulických lisů	55
3.5 AUTOMATIZACE VE TVÁŘECÍCH PROVOZECH	57
3.5.1 Základní požadavky pro vývoj mechanizačních a automatizačních prvků	57
3.5.2 Druhy pracovišť	57
3.6 OBRÁBĚCÍ STROJE	58
3.7 VÝVOJ NC A CNC STROJŮ	59
3.8 AUTOMATIZACE OBRÁBĚCÍCH STROJŮ.....	60
3.9 AUTOMATICKÁ VÝMĚNA NÁSTROJŮ.....	60
3.10 SHRNUÍ KAPITOLY	61
4 DĚJINY DOPRAVY	62
4.1 POČÁTKY DOPRAVY	62

4.2	STŘEDOVĚK V DOPRAVĚ	65
4.3	DOPRAVA V ČECHÁCH	67
4.3.1	Automobily	70
4.3.2	Železnice	76
4.4	SHRNUTÍ KAPITOLY	79
5	VLASTNÍ ZKUŠENOSTI S VÝUKOU DĚJIN TECHNIKY	80
5.1	DOTAZNÍKOVÁ METODA	80
5.2	PROVEDENÝ VÝZKUM	81
5.2.1	Zpracování	82
5.2.2	Vyhodnocení:	86
	ZÁVĚR	87
	RESUMÉ	88
	SEZNAM LITERATURY	89
	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK, GRAFŮ A DIAGRAMŮ	96
	PŘÍLOHY	I
	10 NEJSTARŠÍCH, STÁLE FUNKČNÍCH MOSTŮ SVĚTA	I
	FOTOGRAFIE Z ČINNOSTÍ DĚTÍ	IV
	VYPLNĚNÉ DOTAZNÍKY	V

SEZNAM ZKRATEK

CNC – Computerized Numerical Control, počítačové číslicové řízení

MN – meganewton

NC - Numerical Control, číslicové řízení

Úvod

Téma svojí práce jsem si vybral z důvodu možnosti zabývat se výukou techniky na základních a středních školách. Sám jsem studoval střední školu strojnickou v Klatovech v době před více než 25 lety a trochu mě mrzí, že od té doby nejenže mnoho strojních závodů zkrachovalo, ale hlavně mám pocit, že děti a mládež ztratili o techniku zájem. Ve své práci jsem se snažil zpracovat vývoj techniky tak, jak bych si představoval učebnici pro výuku dějin techniky. Na historii vývoje techniky můžeme pohlížet, jako na proces objevování přírody a předávání poznatků dalším generacím. Vývoj techniky a vývoj lidstva je spolu propojen více, než se na první pohled zdá. Je samozřejmé, že pro vývoj společnosti byl vývoj techniky nezbytný, vždyť jen velmi těžko by se rozvíjel pokrok například zemědělství, pokud by se půda obdělávala stále stejným způsobem a stejnými prostředky. Po zamyšlení ale snadno najdeme příklady propojení zcela opačného. Tj. stejné vynálezy a rozvoj techniky začal náhle na mnoha místech téměř současně – a to právě tehdy, když byla společnost připravena nové vynálezy přijmout. Je zajímavé, že tento všeobecný rozvoj se udává vždy po začátku společenských změn.

Je třeba připomenout i samé počátky lidstva, že k tomu, aby člověk mohl používat nástroje, musel být vývojově připravený. Vývoji dovedností předcházela změna v postavení prstů ruky a vytvoření úchopového postavení palce. Vývoj ruky, jako úchopového orgánu, hrál u člověka jednu z nejpřednějších úloh. Ruka představuje nejen pracovní nástroj, ale i zdroj obživy. Její všestrannost a funkční schopnosti ji kladou hned za myšlení jako nejdůležitější pomůcku člověka. První materiály, které člověk opracovával, byly kosti, kůže, dřevo, hlína a kameny. Archeologickými vykopávkami je doloženo, že je člověk opracovával různými metodami – otloukáním, štípáním a později i broušením či vrtáním. Velice zajímavá byla technika vrtání. Ve své podstatě se příliš nelišila od dnešního vrtání pomocí vrtací korunky. Vrtalo se dřevěnou tyčí, pod kterou se do prostoru mezi tyč a vrtaný předmět sypal tvrdý křemenný či korundový prach. Vrtaly se otvory nejen do kamenů, ale i do zvířecích kostí a zubů. Dalším dokladem zručnosti pravěkých lidí jsou nástroje ze dřeva s čepelkou ze štípaného pazourku, jako třeba srpy, nebo motyky. Je velkou chybou domnívat se, že lidé pravěku byli hloupější než my – lidé dneška.

Pravěk je zatím nejdelším časovým obdobím lidstva. Na jeho počátku byly hominidní předchůdci člověka, a jako konec pravěku archeologové označili období objevení písma. Tato éra trvala 3 a půl milionu let a představu o vývoji poznání, inteligenci a dovedností

člověka si můžeme jen domýšlet na základě ojedinělých historických nálezů a vykopávek z tohoto období. Člověk, který žil v pravěku před 30 tisíci lety byl podle mnoha studií stejně inteligentní, jako jsme my, vymýšlel a snažil se vyrobit vše, co by mu usnadnilo život. Kromě výše zmíněného předpokladu změny palce a rozvoje myšlení, je dalším zásadním předpokladem rozvoje lidstva dovednost dorozumívání - řeč.

Dějiny lidstva od pravěku až do současnosti, jsme se všichni učili na základní škole. Na pomyslné časové ose začínající předchůdci člověka před 3 500 000 let jsem se v této práci zaměřil na období následující po neolitické revoluci, kdy došlo ke změně způsobu života a začátku většího rozvoje techniky. Práci jsem rozdělil do několika kapitol. V první jsem se snažil zmapovat dostupné učební texty, v následující jsem rozepsal dějiny materiálů, které jsou pro výrobu nástrojů, předmětů denní potřeby, zbraní atd., zcela zásadní a jsou na počátku každého výrobku, následuje popis rozvoje automatizace výroby, která de facto stála za vznikem současného průmyslu, ve čtvrté kapitole jsem se zaměřil na rozvoj dopravy, díky které se technický pokrok mohl uskutečnit. V poslední kapitole analyzuji své osobní zkušenosti z praktické výuky.

Kdybychom dva a půl milionu let, od výroby prvních kamenných nástrojů do současnosti, přirovnali k jednomu dni a řekli bychom, že 2,5 milionu let je jeden den (24 hodin), pak období 12 000 let (10tisíc př. n. l. + 2015), kterým se v této práci zabývám, by bylo necelých 7 minut. Sedm minut v jednom dni, ve kterých se zcela změnil způsob života lidského druhu. Je jasné, že vynálezy jako televize, mikrovlnná trouba, mobilní telefon, počítač a podobně, jsou výsledkem lidského bádání, mnoha výpočtů a použití teoretických znalostí. Ale kdo ví, jaké úsilí stály člověka vynálezy jako luk, pazourkový sekeromlat či určení správného poměru kovů na výrobu bronzu. Jedno však tyto vynálezy mají společné - na počátku každého vynálezu je touha něco změnit, objevit, vynalézt. Zřejmě právě tato vlastnost je člověku vlastní od nepaměti a proto první vynálezy můžeme datovat hluboko do minulosti:

2 500 000 - Hominidním druhem Homo habilis, na území východní Afriky, byly vyrobeny první kamenné nástroje

500 000 - Využívání ohně člověkem.

400 000 – Vynález oštěpu (Homo erectus)

- 38 000 – Homo sapiens sapiens – člověk cromagnonský, (ústup druhu Homo neandrtalis)
- 30 000 – První nástěnné malby
- 28 000 – Věstonická vrubovka z vlčí kosti. (Lovci mamutů)
- 28 000 – Nejstarší hudební nástroje – píšťaly
- 24 000 – Kostěná jehla
- 24 000 – Evropané lovíli ryby pomocí vlasce a háčku
- 20 000 – Ve Španělsku a v Africe byl vynalezen luk a šíp
- 20 000 – První lampy ze zvířecího tuku s knotem z rostlinného vlákna
- 13 000 – Vynález harpuny
- 13 000 - Lidé začali rozdělovat oheň
- 10 000 – Výroba malých člunů vypalováním kmenů.
- 9 000 – Na Americkém kontinentě došlo k vyhubení velkých zvířat, což může být způsobeno příchodem lovců lidí.
- 8 000 – Na blízkém východě vznikají první města (Jericho). Lidé začínají se zemědělstvím. Polynésané připlouvají na lodích k ostrovům. Na území dnešního Iráku se dodávky obilí a zvířat počítala pomocí hliněných žetonů a tak byl položen základ první číselné soustavy a písma.
- 8 000 – První měděné korálky.
- 7 000 – Výroba hliněných nádob a tkaní látek (Turecko).
- 9 000 - 6 000 – Trepanace lebky

7 000 – Náznaky tavení mědi.

6 000 – Tavení mědi z rudy (Anatolie)

5 500 – Tavení měděné rudy na území dnešního Srbska

5 000 – Ozdoby z hrudek zlata, stříbra a mědi. Pravděpodobně i jako předměty směny.

5 000 – V Mezopotámii se začíná užívat rádla k obdělávání půdy.

5 000 – V oblasti řek Eufrat, Tigris a Nil se začalo používat zavlažování

5 000÷4 000 - Lodě s plachtami

4 500÷4200 – Egypťané dolují a taví měděnou rudu

4 000 – V Mezopotámii se v pecích vypalují cihly

3 600–3300 Na středním východě je vynalezen bronz – začíná doba bronzová

3 500 – K obdělávání země se v sumerské oblasti začíná používat pluh.

3 500 – Sumerové přicházejí do Mezopotámie a začínají používat první klínové písmo. [38] [39]

Veškeré údaje jsou s ohledem na obtížnost datování přibližné a jedná se o roky před naším letopočtem.

Základní dělení historie rodu *Homo sapiens sapiens* tak, jak je známe z učebnic dějepisu.:

Doba kamenná (3 500 000 př. n. l. ☞ 2200 př. n. l. nebo později)

- Starší doba kamenná, paleolit (3 500 000 př. n. l. ☞ 8000 př. n. l.)
 - Nejstarší paleolit (3 500 000 př. n. l. ☞ 1 000 000 př. n. l.)
 - Starý paleolit (1 000 000 př. n. l. ☞ 300 000 př. n. l.)
 - Střední paleolit (300 000 př. n. l. ☞ 40 000 př. n. l.)

- Mladý paleolit (40 000 př. n. l. ☐ 10 000 př. n. l.)
 - Pozdní paleolit (10 000 př. n. l. ☐ 8 000 př. n. l.)
 - Střední doba kamenná, mezolit (8000 př. n. l. - místy 3000 př. n. l.)
 - Mladší doba kamenná, neolit (na Blízkém východě 9000 př. n. l., ve střední Evropě 5500 př. n. l., 4000 př. n. l. a déle)
 - Pozdní doba kamenná, eneolit, chalkolit či doba měděná (4000 př. n. l. na Blízkém východě 3500 př. n. l., ve střední Evropě 2200 př. n. l.)
1. **Doba bronzová** (2200 př. n. l. ☐ 750 př. n. l.)
 - Starší doba bronzová (2200 př. n. l. ☐ 1600 př. n. l.)
 - Střední doba bronzová (1600 př. n. l. ☐ 1250 př. n. l.)
 - Mladší doba bronzová (1250 př. n. l. ☐ 750 př. n. l.)
 2. **Doba železná** (1200 (750) př. n. l. ☐ 0)
 - Starší doba železná, doba halštatská (750 př. n. l. ☐ 450 př. n. l.)
 - Mladší doba železná, doba laténská (450 př. n. l. ☐ 0)
 3. **Doba římská** ve Střední Evropě (0 ☐ 400 n. l.)
 4. **Doba stěhování národů** (5. století n. l. ☐ 6. století n. l.). [4]

1 UČEBNÍ TEXTY

Výuka dějin techniky na základních i středních školách je rozložena mezi předměty dějepis, chemii a fyziku. V učebnicích dějepisu [D1, D2] je mnoho obrázků, popis užívaných nástrojů a společností. Technika je zde uváděna bez technických podrobností a souvislostí, jen jako stav či ukazatel vyspělosti společnosti. V učebnicích chemie [Ch1, Ch2] jsou poměrně obsáhle vysvětleny techniky výroby, například výroba oceli, cementu a podobně, ale bez jakékoliv návaznosti na předchozí historický vývoj. Učebnice fyziky [F1, F2] popisují stroje od těch jednoduchých, jako je páka, kladka a nakloněná rovina, přes parní stroj, až po elektromotor. Není zde ale opět vazba na vývoj společnosti ani na výrobu technických materiálů. V celém systému výuky chybí propojenost. Praktické činnosti v předmětu technická výchova je od teoretické výuky v jiných předmětech zcela odtržena. Se změnami českého školství a zavedením vzdělávání dle RVP a ŠVP se na trhu objevilo mnoho nových učebnic, všechny mají mnoho obrázků, zvýraznění důležitého textu a jsou velmi přehledné. K vzájemnému porovnání jsem vybral kapitoly zabývající se výrobou oceli.

Učebnice Ch1 – velmi dobře popsán způsob výroby surového železa včetně vyobrazení vysoké pece. Výroba oceli je vyobrazena v Siemens-Martinské peci a v konvertoru. Je popsán způsob zpracování oceli kalením a popouštěním, zcela zde chybí popis výroby a vlastností litiny a litinových výrobků.

Učebnice Ch2 – v této učebnici jsou dobře popsány vlastnosti a použití litiny i oceli, včetně stručného popisu výroby, ale chybí zde jakékoliv vyobrazení vysoké pece i zařízení k následnému zpracování surového železa.

V učebnici Ch1 je v následující kapitole uvedeno uhlí a koks jako palivo pro elektrárny a teplárny i na výrobu železa. Rovněž u výroby kyslíku není odkaz na využití kyslíku pro výrobu oceli.

V učebnici Ch2 je uhlí pauze palivo pro teplárny a jako využití kyslíku je zde uvedeno svařování plamenem.

V ani jedné z učebnic chemie není zmínka o železné rudě a místech její těžby.

V učebnicích dějepisu je popsána doba železná jako období rozvoje a to velmi názorným a poutavým způsobem. V obou porovnávaných učebnicích je zmíněna těžba rud, a popsáno tavení a odlévání kovu. Krásné ilustrace k tavbě jsou v učebnici D1, a k odlévání jsou v obou učebnicích. Rovněž v obou učebnicích jsou ilustrace kovových nástrojů a zbraní. Z učebnice fyziky se zpracování kovů dotýká kapitola o teplotě a o změně skupenství. Tavba a zpracování železa zde však není přímo zmíněna.

Z porovnávaných učebnic pro druhý stupeň základní školy lze říci, že jsou velmi dobře zpracovány, ale chybí zde onen prvek propojení jednotlivých předmětů. Z pohledu učitele a rodiče se mi nejvíce líbí popisná struktura učebnic dějepisu. Škoda, že na učivo o době železné v šesté třídě navazuje až chemie ve třídě deváté a děti si těžko vybudují uvažování v širších souvislostech.

Ve výuce lze ale použít i jiné knihy, než učebnice. K porovnání jsem si vybral opět kapitoly zabývající se výrobou železa a oceli. Knihy: Historie lidského poznání [K1], Kronika techniky [K2].

K1 – „Historie lidského poznání“ - V knize je sledován rozvoj techniky od počátku lidstva (ohěň, zbraně) až po rok 2000 (genové inženýrství) Kniha je velmi pěkně zpracována s mnoha velkými ilustracemi a fotografiemi. Na každé sudé straně z celkového počtu 400 stran je popsán jeden vynález s ilustrací nebo fotografií na straně liché. Kniha je spíše encyklopedií vhodnou k vyhledávání vynálezů. Porovnávané téma zpracování železa a oceli je popisováno pouze v souvislostech s Chetity.

K2 – „Kronika techniky“- V knize je na 656 stranách velkého formátu chronologicky popsáno více než 4000 technických vynálezů, poznatků a jiných momentů techniky v dějinách lidstva. Často jsou texty doprovázeny názornými ilustracemi a fotografiemi. Texty jsou relativně krátké (přibližně čtyři na stránku), ale jsou vzájemně propojeny odkazy, takže konkrétně výrobu železa najdeme v 15 různých částech knihy od počátku v souvislosti s metalurgickou výrobou bronzu, přes výrobu pracovních nástrojů v době železné, litinové předměty v Číně, rozvoj slévárenství v Evropě, rozmach vodních mlýnů a hamrů, vynález nového způsobu formování, objev válcování, ochrana železa pasivací, vynález kuplové pece, litina ve stavebnictví v 18/19 století, parník ze železa až po recyklování surovin. Při vyhledávání v této knize čtenář získá opravdový dojem, že železo,

ocel a litina je prostoupena celou naší historií. O výrobě litiny se dále dočteme ve dvou dalších článcích a k oceli se vztahuje ještě deset jiných textů. Bohužel zde není přehledně zpracován postup výroby oceli ucelenou formou, ale jinak poskytuje tento systém odkazů a chronologického řazení obrovské množství informací a umožňuje čtenáři uvažování v souvislostech. Jako u všech zdrojů, je i u této publikace potřeba informace dále ověřovat. Při vyhledávání zpracování železa a oceli jsem narazil na několik chyb v textu. Například hned na straně 33 je popsána výroba houbovitého železa a jeho získání z pece pomocí žlábků a odpichu. Na straně 131, kde je popisována výroba formy k novému způsobu lití železa, je napsáno, že forma s mokrým pískem se otevře podél spár, dřevěný model se vyjme a následně se forma zase složí, aby sloužila k výrobě odlitku. Přesto bych však tuto publikaci doporučil do každé školní knihovny, jako zdroj informací pro žáky i učitele.

2 DĚJINY MATERIÁLŮ

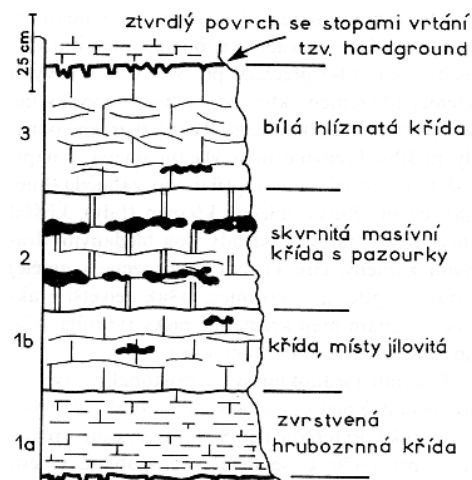
Materiály, jejich nacházení, sběr a použití jistě začalo v dávné minulosti. Nás spíše, než užívání pazourků, škrabek a podobných nástrojů zajímají počátky hutnictví a slévárství kovů. Počátky jejich zpracování a využití ovšem s pazourkem natolik souvisí, že jej prostě nemohu vynechat.

2.1 PAZOUREK

S pazourkem jsou spojeny nejstarší dějiny lidstva. Opracovaný pazourek byl prvním účinným a trvanlivým nástrojem a zbraní pravěkého lovce na samém počátku lidského rodu. Z mineralogického hlediska je pazourek sedimentárním



Obr. 1 Pazourek



Obr. 2 Schéma vrstev podloží s pazourkem

druhem křemene (SiO_2) a je řazen mezi odrůdy chalcedonu.

Jeho vznik z těl odumřelých živočichů teplých moří není dosud uspokojivě vysvětlen. Předpokládá se, že vznikl chemickými změnami při tom, jak gelovitý křemičitý materiál biologického původu pod velkým tlakem vyplňoval dutiny v sedimentech, což vedlo k oněm typickým, nepravidelným tvarům pazourkových hlíz. [1]

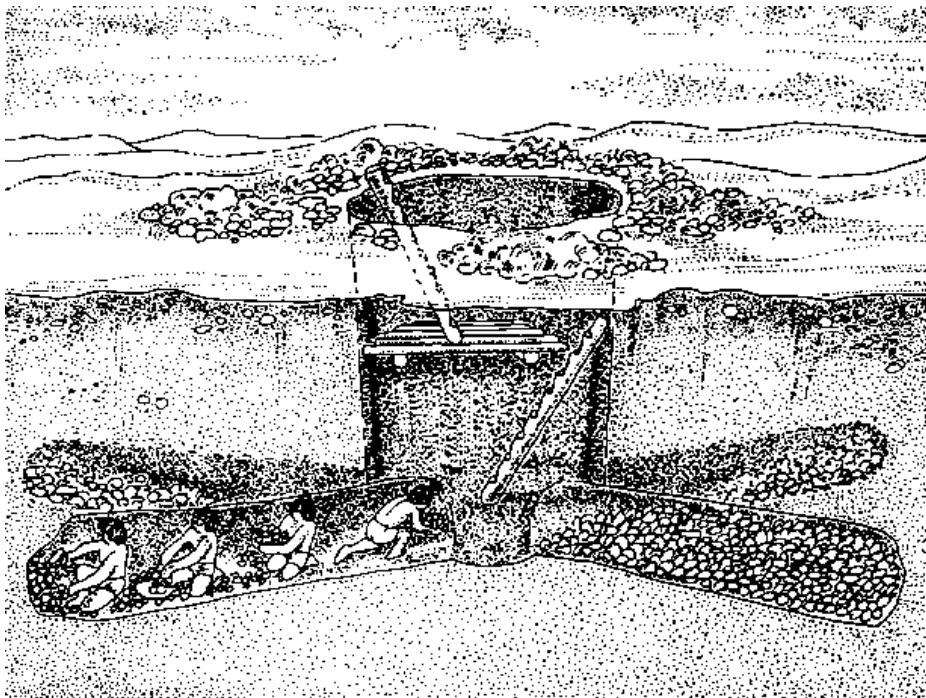
Teorie vzniku pazourku:

Pazourek typicky vzniká v křídových sedimentech, kdy křemičitanová hmota vyplní prázdná místa - dutiny. Oxid křemičitý (SiO_2) pro vytvoření pazourku pochází z jednobuněčných organismů, jako jsou mřížovci (Radiozoa), rozsivky (Diatomeae) a živočišné houby (Spongiaria), vytvářející si z, v mořské vodě obsaženého oxidu křemičitého, své schránky a ústrojí.[33]

Tyto a další odumřelé organismy po miliony let klesají na dno, kde vytvářejí podstatnou část usazenin. Chemickými změnami a působením bakterií ve vápnatých kalcích se křemen rozptyluje a proniká do dutin. [1]

V Evropě je pazourek nejvíce rozšířen v křídových útvarech na pobřeží La Manche (Anglie – Francie) a na pobřeží Severního a Baltského moře, na ostrovu Rujana a v Polsku v okolí Opole (*Opolská křída*).

Údery se pazourek tříští na ostrohranné úlomky, které pravěký člověk využíval pro svoje nástroje (škrabadla, drásadla, pěstní klíny, hroty oštěpů, šípu, sekyrky apod.). Kromě pazourku a se v prehistorii ke štípání používaly i jiné horniny.[2]. Pro svoji vlastnost tvoření ostrých břitů a relativní snadnost opracování se ukázal právě pazourek tím nejvhodnějším materiálem. Techniku opracování předmětů z pazourku je možné se naučit i dnes na mnoha kurzech. Jak se v úvodech do kurzů dočteme, není to práce snadná a ovládnout techniku štípání kamene vyžaduje mnoho zkušeností. Spojíme-li tyto skutečnosti dohromady s lokálním nedostatkem pazourku je zcela zřejmé, proč se lidé zabývali možným využitím jiných materiálů - například měkkou a tvárnou mědí, která se v některých lokalitách vyskytovala v ryzí formě.



Obr. 2b Těžba pazourku v Grimes Graves v Anglii asi 1600 před Kristem

2.2 MĚĎ

Měď je nejstarší kov využívaný člověkem.

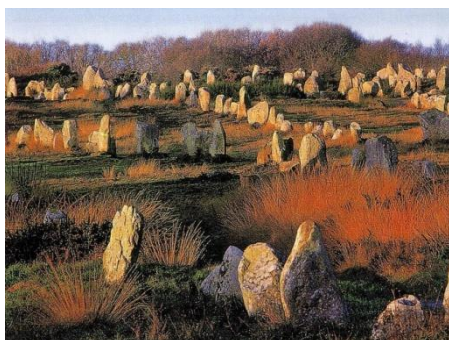
Lidé, kteří žili méně než před 10000 lety v oblasti dnešní Sýrie, Iráku, Iránu, Turecka a Izraele, si stavěli vesnice ze sušených cihel, používali luky a šípy, oštěpy a jejich vrhače, dokonale ovládali výrobu nástrojů z pazourku. Na obrázku č. 3 je srp ze dřeva s ostřím

z pazourkových ostří. Lidé tehdy obdělávali půdu pomocí dřevěných oradel s upevněnými kameny,



Obr. 3
Srp
s ostřím
z pazourků.

pěstovali hrách, čočku, proso, len, boby, obilí (hlavně pšenici a ječmen) a chovali dobytek (kozy, ovce i hovězí dobytek) a věnovali se také výrobě ozdob [32]



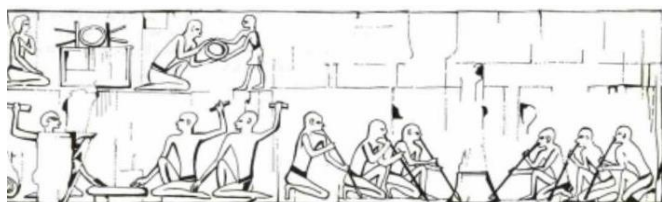
Obr. 4
Eneolitické
menhiry v
Carnacku
(Francie).

Nejstarší předmět z mědi vyrobený člověkem je malý korálek z oblasti Ali Kosh nalezený v Iránu ze sedmého tisíciletí př. n. l. a je zcela zoxidovaný. Zkoumáním se zjistilo, že byl vyroben srolováním měděného plechu o tloušťce 0,4 mm a pravděpodobně byl vyroben z ryzí mědi. Další předmět ze sedmého tisíciletí, je šídlo, nepochybně vyrobené z ryzí mědi. Tento nástroj byl nalezen v Tell Magzallia v Iráku. Šídlo je značně zkorodované a ve zbylém kovovém jádře jsou zastoupeny tyto prvky: Ag 0,2, Sn 0,09 Pb 0,01, Zn 0,08, Fe 0,02, Ni 0,001 a Bi 0,0001%. Tyto dva výrobky jsou

Město Hamoukar

Město Hamoukar, vzkvétalo v severní Sýrii přinejmenším 4000 před naším letopočtem. Není nejstarší odkrytým sídlem, ovšem přesto v archeologii způsobilo veliký rozruch. Především prokazatelně vyspělou organizací práce. Město mělo specializované dílny a složitou strukturu, vypovídající o dobré organizaci života ve městě. Podle archeologů byl příjem města z obchodu, z těžby a zpracování pazourků a později i ze zpracování mědi, která možná stála za jeho zničením. Toto město je také zajímavé tím, že je prvním městem prokazatelně zničeným rychlou invazí cizí armády.[19]

nejstarší známé předměty z tvářené ryzí mědi. Zkoumáním podobných výrobků z období do 14 století n. l. v Americké oblasti Hořejšího jezera bylo prokázáno, že při tváření ryzí mědi za studena je potřeba střídat mechanické tváření s jejím ohřevem, jinak měď vlivem pnutí praská. Přestože zkoumané předměty neprošli vyšší teplotou než 800°C, lze usuzovat na znalosti o působení tepla na měď. Rozvoj takových dovedností nejspíše vedl k redukci mědi z rudy. Měď redukovaná z nečištěné rudy má v sobě mnoho příměsí (v artefaktech je nejčastěji arzén, antimon nebo stříbro), které snižují teplotu tavení. [11] Přesto bylo



Obr. 5 Dmýchání ohně

potřeba zahřát rudu na teplotu okolo 1000°C. Lze toho dosáhnout pomocí píšťal (užívané i poději pro svařování) nebo za pomoci dmýchacích měchů.[3] Příměsí v mědi také způsobují vyšší zpevnění a tvrdost mědi to tváření, než má měď ryzí.[5]

Obr. 6 Tabulka významných historických nálezů

Lokalita		Typ produktu	Datace, př. n. l.	
			konvenční*	kalibrované ¹⁴ C
Malá Asie	Catal Hüyük	korálky - ryzí?		7000-6500
	Suberde	drátek - ryzí?		7000-6500
	Ali Kosh	korálky, kovaná ryzí měď		7000-5800
	Sialk I	jehlice ; odlévaná měď	4500	
	Anau I	šídla, jehly, nože	4500	5500
	Anau II	hrot kopí, sekery	4000	5300-4300
	T. Gawra	čepel, šídlo, prsten		3500
	T. Giyan	obsahující Ni	4500-3000	3700
	T. Yahya	obsahující As	3800	4000
	T. Yaruk	znečištěná Cu	3500	
Egypt	Trója I	nástroje aj. (As)	3000	
	Badarian	šídla a jehlice	5000-4000	
Sýrie	Predynastic	sekera (Ni, As)	4000	
	Brak	jehlice a plech	4500	
Palestina	Amuq F.	nástroje (+Ni)	3500-3100	3400
	Mishmar	nástroje a ozdoby(As)	3200	
	Kfar Monash	nástroje (As)	3300	
	Beersheba	nástroje (As)	3500	
Maďarsko	Tiszapolgár	sekeromlaty (As)	3000	4500
Bulharsko	Karbuna	korálky a sekery	3000	
Slovensko	Tibava	sekeromlaty (As)	3000	
Maďarsko	Baden	šídla a sekery	2000	2500-3000

* V některých případech tento sloupec zahrnuje údaje ¹⁴C s dříve uváděným poločasem rozpadu (5570 let)



Obr. 7 Experimentální tavba měděné rudy

Měď se jako hlavní surovina pro výrobu nástrojů prosadila mezi rokem 4000 až 2000 před naším letopočtem. Při experimentální tvorbě měděné rudy bylo zapotřebí dvě hodiny intenzivního foukání, než se měděná ruda začala tavit. [20] Obr. 7

Nejvýznamnější měděné rudy:

Sulfidické :

1. Chalkosin Cu_2S
2. Chalkopirit CuFeS_2
3. Bornit Cu_3FeS_3
4. Kovelin CuS



Sulfidické měděné rudy
Obr. 8

Oxidické:

1. Malachit $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$
2. Azurit $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$
3. Kuprit Cu_2O
4. Tenorit CuO



Oxidické měděné rudy
Obr. 9

Křemičitanové:

Obr. 10

Chryzokol $(\text{Cu,Al})_2\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$



Nejstarší doložené zpracování mědi v Evropě je na území dnešního Srbska a to zřejmě už v šestém tisíciletí před naším letopočtem. Do této doby je datována měděná sekera nalezena při vykopávkách v Srbském Pločniku [10]. O výrobě a používání měděných předmětů z Evropy, sice z



Obr. 11 Měděné nástroje muže z ledovce

podstatně mladší doby, mnoho vypověděl nález pravěkého muže v ledovci v Ötztalských Alpách, který tam přibližně před 5300 lety zemřel na následky zranění způsobené šípem. Spolu s mumií byly nalezeny i zbytky oděvu, bot a výbavy. Ta sestávala z měděné sekery tisovým topůrkem, pazourkového nože s jasanovou rukojetí a koženým pouzdrem, toulce se šípy s pazourkovými hroty a nedodělaného luku. Zvláštní předmět byl retušér - špalíček lipového dřeva se vsazeným trnem z kousku parohu jelena - sloužil pravděpodobně k jemnému opracování pazourku. Dále měl u sebe kousek pyritu se zápalnou hubkou. Zajímavým zjištěním jsou stopy arzenu ve vlasech, který mohl být právě z tavby měděné rudy.[7]



Obr. 12 Rekonstrukce oblečení muže pojmenovaného Ötzi

Poznání, těžba, zpracování mědi a bronzu vedlo k řadě změn ve společnosti a kultuře:

- Vznikly skupiny specialistů (zpracovatelů rudy a kovu), kteří byli odděleni od členů společnosti pracujících v zemědělství.
- Výrobky byly předpokladem pro směnu, obchod.
- Mohlo dojít ke kumulaci hmotných statků, možnost prosazování mocenských zájmů.
- Správa území - kontrola zdrojů (naleziště). [8]

Po objevu bronzu používání čisté mědi upadá a většina měděných nástrojů byla zřejmě přetavena. Ve středu pozornosti se měď znovu ocitá až s objevem a

rozšířením elektřiny.



Obr. 13. Nárůst produkce mědi v posledním století

2.2.1 VÝROBA MĚDI Z RUD V DNEŠNÍ DOBĚ:

Měď se vyrábí **žárovými** nebo **hydrometalurgickými** postupy.

Převládá výroba žárová. Hlavním zdrojem pro žárovou výrobu mědi jsou sulfidické rudy. Vytěžená ruda se proto nejprve drtí a koncentruje, čímž obsah mědi stoupne na 15 až 20 %.

Žárová výroba mědi ze sulfidických rud se provádí ve třech základních krocích.

1. Pražení je první základní krok, jehož účelem je odstranění co možná největšího množství síry, arzenu a antimonu z rudy.
2. Tavení na měděný lech, také nazývaný „Kamínek“, probíhá v šachtových nebo plamenných pecích za přidání koksu a struskových přísad při teplotě 1400 °C se odstraňuje sulfid železnatý. Kamínek obsahuje 30÷40 % mědi.
3. Zpracování měděného lechu na surovou měď se provádí dmýcháním v konvertoru, také nazývané pražením s dmýcháním nebo jako bessemerace mědi. (Podle Henryho Bessemera). Tím se z mědi odstraní příměsi vázající se na kyslík. Takto vyrobená surová černá měď se nazývá „Blistr“ a obsahuje 97÷99 % mědi. Pro větší obsah Cu se může čistit elektrolýzou na čistou tzv. katodovou měď s 99,9 % Cu.

Hydrometalurgická výroba mědi se používá pro oxidické rudy, protože nejsou vhodné k levnější žárové metodě. Spočívá v rozpouštění rudy v kyselinách, čpavku, chloridu železitém nebo v jiných solích kovů. Po loužení se provede čištění výluhů zpravidla elektrolýzou. Získaná měď se dále zpracovává jako u žárové výroby. [8]

Víte že...

Až do doby Ptolemaia (323-282 př. n. l.) Egypťané neznali mince, cenu zboží převáděli na obilí nebo kousky mědi.

Socha svobody je dar Francie USA z roku 1886. Je pokryta 80 tunovým měděným pláštěm a měď pravděpodobně pochází z norských dolů

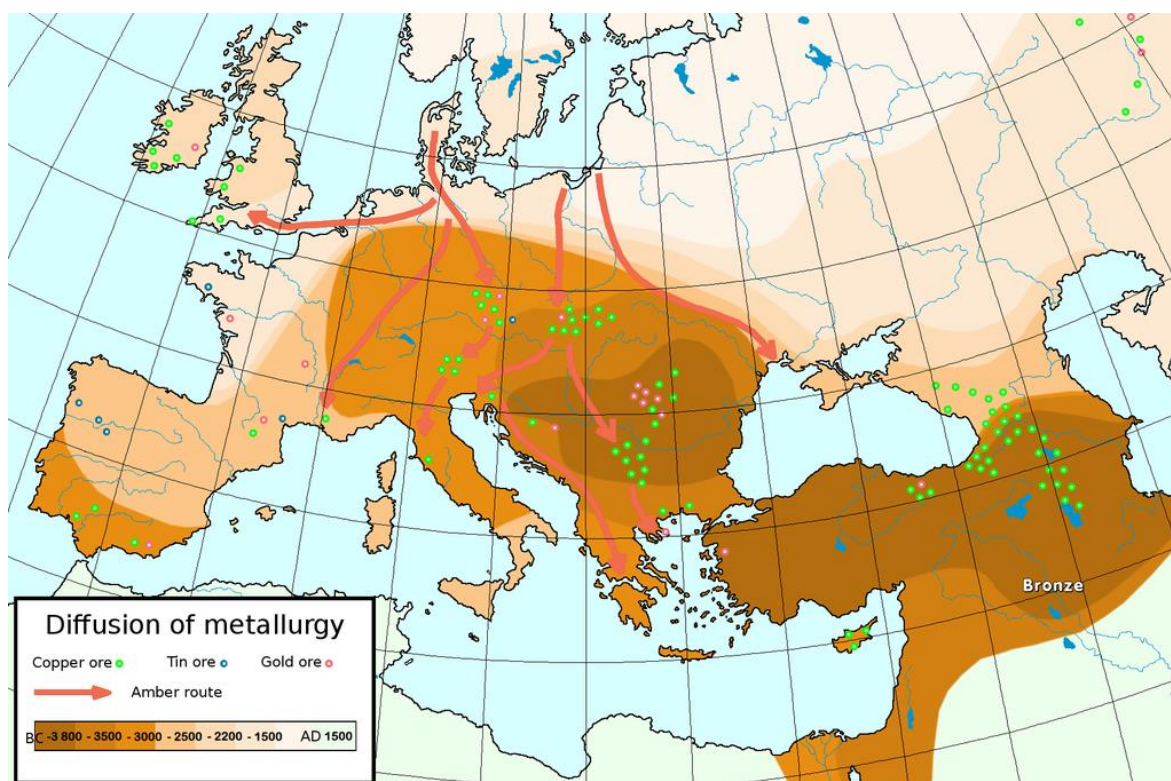
Mosazné dveřní kliky snižují riziko přenosu bakterií. Baktérie jsou ničeny i měděným vodovodním a vzduchovým potrubím.

2.3 BRONZ

Bronz je název pro slitiny mědi s dalšími kovy. V počátcích byla měď nejčastěji obohacena arzémem, antimonem, stříbrem, olovem. Tyto kovy se v měděné rudě často vyskytují společně s mědí a k legování mědi docházelo z počátku jistě neúmyslně při tavbě.[21] Později si téměř výhradní postavení získal pro svoje vlastnosti a snadnou výrobu cínový bronz. O kterém je již zcela zřejmé, že nevznikal náhodou, ale cín byl do tavby mědi přidáván záměrně. Rudy obou kovů se od sebe nacházejí ve vzdálených lokalitách.

Prosazení bronzu do běžného užívání bylo nicméně pomalé, ve vazbě na těžbu rud, především cínu, jeho dopravu a obchod. Zemědělské i další pracovní nářadí se vyrábělo nadále z kamene – měděné výrobky byly měkké a bronzové výrobky byly zpočátku hlavně prestižním zbožím.

Osídlení Evropy a přední Asie spolu s nalezišti mědi a cínu a zlata jsou znázorněny na mapě (zelené, modré a růžové body). Růžovými šipkami zakresleny i obchodní „Jantarové“ cesty.



Obr. 14. S výrobou a rozšiřováním bronzu úzce souvisí rozvoj celé společnosti.

Doba bronzová je pojmenování pro dobu, ve které lidé používali bronz. Její počátek je pro různé části světa rozdílný

3300 př. n. l. na Předním východě,

2300 př. n. l. část Evropy

2000 př. n. l. oblasti v Číně

1900 – 800 let př. n. l. různé části Evropy

V některých částech světa doba bronzová nebyla.

Lidé v době bronzové nejen že dovedli vyrábět bronzové nástroje a šperky, ale i různé skleněné korálky, také domestikovali kachny, slepice, kočky a na severu Evropy soby. Jako platidlo používali hřivny. Byl to nepeněžní prostředek, šlo o bronzové obloukové tyčinky, které se mohli dále zpracovávat (později hřivna určovala množství drahého kovu, kterým se platilo). S jejich rozšířením se začínaly prohlubovat majetkové rozdíly.



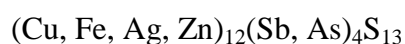
Obr. 15 Bronzové hřivny

Obr. 16 Bronzový šperk

Ze zkoumání materiálů hřiven z období starší doby bronzové, je patrné, že v období mezi eneolitem a úplným vítězstvím bronzové metalurgie, bylo v Evropě podle přesného receptu používáno záměrné legování mědi skupinou minerálů s názvem tetraedrity. Úmyslnému přidávání tetraedritů do tavby nasvědčuje velmi stálý obsah arzenu, antimonu, bismutu a stříbra v kruhových hřivnách, který je v takovém rozsahu těžko vysvětlitelný nahodilými procesy. [11] Tetraedrity, respektive minerály skupiny tetraedritu jsou sulfidy antimonu, arsenu, mědi, stříbra, popřípadě dalších kovů jako je železo, zinek, rtuť a další.



Obr. 17 Tennantit ze skupiny Tetraedritů



Tennantit ($\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$) – minerál ze skupiny tetraedritů se vyskytuje v Cornwallu v Anglii, v Lengenbachu a Binntalu ve Švýcarsku. V ČR na některých žilách v Cínovci v Krušných horách. [12]

Z roztavené mědi se požadované nástroje, předměty denní potřeby, zbraně atd. odlévali do ztracené formy, vznikalo tedy velké množství originálních předmětů, jako například korálky na obrázku 16. [21]

2.4 CÍN

Cín se vyskytuje v přírodě v malém množství čistý jako doprovodný prvek zlata (Au). Většina cínu se získává z jeho sloučenin jako je cínový kyz, také nazývaný stannin = $\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{FeS} \cdot \text{SnS}_2$, nebo z cínovce (kasiterit) - SnO_2 , což je černý, černohnědý,



šedý nebo žlutý stříbřitě lesklý a poměrně tvrdý (6,5 – 7) minerál, který se může výjimečně využívat také ve šperkařství. [12]

Kasiterit se také vyskytuje v horninách, nejčastěji v žule, která obsahuje malé krystalky oxidu cíničitého promíšeného s hlinou nebo pískem. Těžba z těchto lokalit není zatím ekonomicky rentabilní. Hornina obsahuje cín pouze několik desetin procent. Například v oblasti města Cínovce se nachází odhadem 28 miliónů tun horniny s kovatostí okolo 0,4 %. [22] Zatímco čistý cínovec obsahuje 78,62 % cínu.

Evropě byly až do 12. stol. n. l. prokazatelně zdrojem cínu anglická ložiska v Cornwallu a Italská v oblasti Toskánska. Ve 14. Století začala těžba v Krušných horách (v Sasku a později také na české straně) a tyto doly brzy nabyly velkého významu. Český cín během 15. a 16. století hrál prim na trzích evropských zemí. Během 200 let (1400÷1600) bylo

Únětická kultura (1800 – 1500 let př. n. l.) – pro tuto kulturu je charakteristický zvláštní typ keramiky - menší leštěný keramický hrneček - únětický koflík. Lidé potírali keramické nádoby grafitem, takže působily dojem, že jsou vyrobené z kovu. Dále je pro tuto kulturu typické kosterní pohřbívání. Pracovní nástroje, zbraně (dýky) vyráběli z bronzu. Zpracovávali také zlato – zřejmě i v důsledku toho docházelo k růstu obchodu i majetkových rozdílů mezi obyvatelstvem.[36]

z rud z českých dolů získáno kolem 100 000 tun cínu. Získávání cínu v oblasti Krušných hor lze však předpokládat, dle polohy sídlišť a obchodních stezek už v období Únětické kultury [13]

Historická výroba cínu

Rozemletý cínovec se vyčistí plavením.

Následně se pražením odstranila síra a arsen.

Propírání i pražení rudy se obvykle několikrát opakovalo. Tím způsobem se cínová ruda obohatila na obsah až 70 % cínu.

Následovala redukce cínu pomocí uhlí v šachtové peci. Vsázku tvořilo střídavě dřevěné uhlí a cínovec. Vytavený cín nebyl zcela čistý, a proto se dále rafinoval na nakloněné nístěji, pokryté žhavým uhlím. Roztavený cín se nalil na žhavé uhlí na nístěji, po něm stéká a zbavuje se nečistot. Postup se několikrát opakuje, dokud cín zanechává na uhlí nečistoty. Vyčištěný cín se lije do nádob zvané „kadluby“. [14]

2.5 PAZOUREK, MĚĎ, CÍN A BRONZ V DNEŠNÍ DOBĚ

2.5.1 PAZOUREK

Pazourek se využíval až do vynálezu sirek k rozdělávání ohně. Úderem křesacího kamene (křísnutím) do železné ocílky nebo pyritu, se z křesadla vyrazí rozžhavená jiskra, která se zachytí do zápalné hubky (Troudinatec Korytovitý z čeledi Chorošovitých) nebo jiného troudu (např. zuhelnatělý konec knotu, přepálené plátno, aj.). Pazourek (anglicky flint) se od 16. do 19. století používal k zapálení střelného prachu v puškách s křesadlovým

V římské době se měď těžila hlavně na Kypru. Odtud je původ názvu kovu jako cyprium (kov z Kypru), později se zkrátil k cuprum. Měď je jedním ze čtyř elementárních kovů (Cs, Au, Os, Cu) s přírodní barvou jinou, než šedou nebo stříbrnou.

Měď je využívána okolo 10 000 let, ale více než 96% veškeré mědi se vyrobilo od roku 1900, a více než polovina jen za posledních 24 let.

Různé odhady stávajících měděných rezerv určených k těžbě se liší od 25 roků do 60 let.

V objemu je měď třetí nejvíce recyklovaný kov po železe a hliníku. Odhaduje se, že 80% v minulosti vytěžené mědi, je stále využíváno.

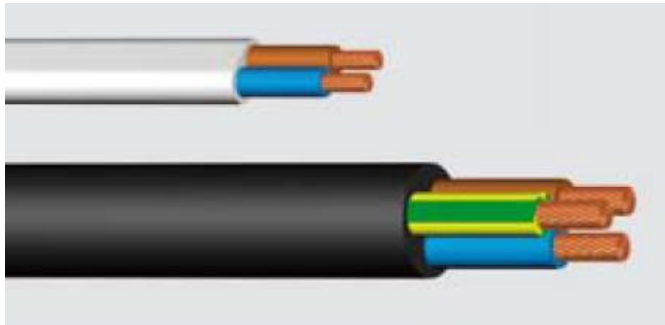


Obr. 19 Křesadlový zámek

zámkem (flinty). Nejdéle se používal pro pušky určené pro anglické a francouzské kolonie. Dnes se pazourek k žádným technickým ani průmyslovým účelům nevyužívá.[1]

2.5.2 MĚĎ

Využití mědi je značně rozsáhlé. Spolu se železem a hliníkem je měď nejužívanější



Obr. 20 Pro svou elektrickou vodivost je měď nejčastějším materiálem pro výrobu el. vodičů.

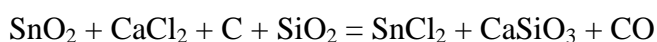
technický kov. Pro svou velmi dobrou elektrickou a tepelnou vodivost se měď používá zejména k výrobě elektrických součástek, vodičů a trubek ve výměnících tepla. Významné je použití mědi ve stavebnictví a jako složky řady slitin (bronz, mosaz...). Sloučeniny mědi velmi mají široké uplatnění.

Používají se k výrobě pigmentů, smaltů, katalyzátorů, umělých vláken, agrochemikálií a jako laboratorní činidla.

2.5.3 CÍN

Cín se v dnešní době vyrábí prostou **redukcí** nebo **oxidačním pražením cínovce**.

Oxidační pražení cínovce spočívá v zahřátí na 600 až 700°C. Při této teplotě se odpaří většina síry v podobě oxidu siřičitého, arzén jako těkavý oxid arzenitý a antimon jako oxid antimonitý. Při následné chloridaci se koncentrát praží s SiO₂, přídavkem CaCl₂ a prachového uhlí:



Cín vytvoří těkavý chlorid cínatý, který kondenzuje. Chlorid cínatý se používá v chemickém a potravinářském průmyslu. Pražení probíhá při teplotě 800°C; při obsahu 3 až 8 % Sn v koncentrátu se dosahuje výtěžnosti přes 95 %.

Redukce se provádí pyrometalurgicky převážně v plamenných pecích (jako ve středověku) za přidání vápna na vytvoření strusky, která zamezí odpaření části cínu a dále se zpracovává. Vyrobený cín se čistí **vycezováním**, **polováním**, **rafinací hliníkem** nebo **elektrolyticky**.

Výroba cínu z odpadních surovin. Při vzrůstající ceně cínu se stále více přistupuje ke zpětné výrobě cínu z použitého bílého plechu. Získává se buď elektrolýzou, nebo se z něj vyrábí chlorid cíničitý pomocí působení suchého plynného chloru. [15].

ČISTÝ KOV

Nejvyužívanější je kovový cín modifikace β , který je měkký, tažný a zdravotně nezávadný, čehož se využívá v potravinářství.

- Při výrobě tenkých obalových fólií vyžívaných v potravinářství pod názvem staniol (dnes je, především kvůli ceně, zcela vytlačen alobalem).
- Více než polovina cínu se spotřebuje v téměř čisté formě na výrobu konzervářského bílého plechu.



Obr. 21 plechová konzerva z bílého plechu

SLITINY

Z cínu vyrábějí významné slitiny:

1. Pájka (letování klempířských plechů a elektrosoučástek)
2. Bronz (viz níže)
3. Woodův kov (nízkoteplotní pájka)
4. Kompozice (kluzná ložiska)
5. Liteřina (tiskařská písma)
6. Zubní amalgámy (zubní plomby)

2.5.4 PÁJKA

Olovnaté pájky jsou slitiny cínu, olova případně dalších přísad (Ag, Cd, Ni, Bi...). Základem olovnatých pájek je vždy cín a olovo. Podle jejich poměru se odvíjejí vlastnosti a použití pájky.



Obr. 22 Eutektická pájka

Sn [%]	Pb [%]	Teplota tání [°C]	Použití
25	75	271	Hrubá pájka pro stavební klempířské práce, tavení plamenem
30	70	262	
33	67	190	
40	60	240	Pro pájení mosazi
50	50	220	Pro pájení mosazi, elektroměrů, plynometrů a plechových konzerv
60	40	190	Eutektické pájky pro pájení v elektrotechnice
63	37	182	
90	10	220	V potravinářství

Bezolovnaté pájky. Od r. 2006 je platná směrnice RoHS, která z důvodu ochrany životního prostředí omezuje obsah olova v pájkách pro průmyslové použití na max 0,1%, to je nahrazováno jinými prvky (Cu, Zn, Ag, Bi). Právě používání bezolovnatých pájek je jedna z příčin častých poruch nové elektroniky.[23]



Obr. 23 Bezolovnatá pájka

Kompozice = Ložiskové slitiny, které tvoří *výstelku* o síle 0,1 až 0,5 mm ocelové nebo litinové pánve. Jsou to slitiny cínu, antimonu, olova, mědi a dalších prvků.

- a. Cínová kompozice je souhrnné označení pro slitiny, kde hlavní složku tvoří cín. Typická cínová kompozice je slitina s názvem Stanit (80% Sn, 12% Sb, 6% Cu, 2% Pb)



- b. Olověná kompozice – převažuje obsah olova.

Například slitina Asmit (6% Sn, 14% Sb, 0.7% Cu, 78% Pb, 1% ostatní)[24].



Obr. 24 Na kluzném ložisku je vytvořena slabá kluzná vrstva z kompozice.

2.5.5 BRONZ

CÍNOVÝ BRONZ je historicky nejvýznamnější. Obsahuje maximálně 33 % cínu, přičemž součet (Cu + Sn) je nejméně 99 %. Přidáním cínu do mědi se zvyšuje její pevnost, která dosahuje maxima při 10-15 %, pak opět klesá. Přísada cínu v 4-5 % zvyšuje tažnost mědi, pak klesá a při 20% se rovná nule. Tvrdost bronzu při 10% cínu je 80 HB a u 20% již 150 HB. Podobně ovlivňuje cín tavicí teplotu, tvárnost, obrobiteľnosť, zatékavost a další vlastnosti výsledné slitiny. Rozmanitost vlastností tak předurčuje bronz k široké oblasti jeho použití. Bronzy s méně než 9% cínu se dají zpracovávat tvářením. To jsou pak tvářené bronzy.

a.) Mincový bronz obsahuje do 5 % cínu, má vysokou tažnost a malou tvrdost[17].

b.) Dělovina s obsahem cínu do 10% je vhodná pro výrobu složitých odlitků. Slitina má velmi dobrou zatékavost a je vodná pro výrobu součástí, kde je vyžadována pevnost a tlaková těsnost, jako jsou ventily, tvarovky (fitinky) a čerpadla. Využívá se také pro ložiska s mírným zatížením a rychlostí. Dělovina se používá i na sochy, pamětní desky apod. Název má tento bronz po původním využití k odlévání děl. Dělové hlavně se v našich zemích odlévaly z bronzu až do rozpadu Rakouska- Uherska.



Obr. 25, 26 dělovina je vhodná pro výrobu přírub oběhového čerpadla i uměleckých výrobků.



Obr. 27 dělovina je pro své vlastnosti vhodná na výrobu dělových hlavní

c. Zvonovina má uváděn ideální poměr cín: měď = 22:78. Je to slitina houževnatá a dostatečně tvrdá, odolná proti puknutí zvonu i proti jeho vytlučení a má krásný znělý zvuk. [17]



Obr. 28 Odlévání zvonů

OSTATNÍ BRONZY:

- a. Hliníkový bronz. Slitina mědi nejčastěji s 5 % hliníku. Jeho historie sahá k roku 1886, kdy byla objevena výroba hliníku. Přísada hliníku v mědi působí zvětšení její pevnosti a tvrdosti. Ze všech slitin je tato nejodolnější proti korozi, proto se používá se hlavně v chemickém a papírenském průmyslu.
- b. Cínoolověné a olověné bronzy se používají na výrobu kluzných ložisek. Vyznačují vyšší pevností i únavovou pevností, vyšší tvrdostí a lepší tepelnou odolností než kompozice.
- c. Červený bronz je slitina Cu - Sn(2-11 %) - Zn (1 až 10 %), někdy i olova (až 7 %) a niklu (do 6 %).
- d. Tvářený cínový bronz nebo také fosforový bronz 0,3 % P je během tváření odkysličován fosforem. Použití na výrobu pružin, ložiskových pouzder.[34]



Obr. 29 Kytarová struna z fosforového bronzu

BRONZ			
ČSN:	Chemické složení	Tvrdost	Pevnost v tahu
cínový bronz ČSN 423119	CuSn10	60 HB	220 MPa
cínový bronz ČSN 423123	CuSn12	80 HB	240 MPa
cínový bronz ČSN 423123	CuSn12Ni1	80 HB	240 MPa
červený bronz ČSN 423135	CuSn5Pb5Zn5	60 HB	150 MPa
červený bronz ČSN 423137	CuSn8Pb3Zn6	65 HB	170 MPa
červený bronz ČSN 423138	CuSn10Zn2	65 HB	200 MPa
hliníkový bronz	CuAl9Fe3	100 HB	450 MPa
hliníkový bronz	CuAl10Fe3Mn1,5	110 HB	400 MPa
hliníkový bronz	CuAl10Fe4Ni4	130 HB	500 MPa
hliníkový bronz	CuAl10Ni2Mn1	130 HB	500 MPa

Obr. 30 Tabulka vlastností některých bronzů

- e. Niklový bronz. Cu a Ni v tuhém stavu jsou dokonale rozpustné. Slitiny s nízkým obsahem Ni se používají na odlitky, se středním (15 – 30%) mají výbornou odolnost proti korozi a jsou velmi dobře tvárné. Slitiny s 15 – 20% Ni pro hluboké tažení, s 25 % Ni mincovní kov, s 30 % Ni v chemickém a potravinářském průmyslu.

- f. Niklomanganový bronz má vysokou pevnost a odolnost proti korozi a značný elektrický odpor.

Slitina *Nikelin* CuNi30Mn se používá jako odporový materiál do teploty 400°C

Slitina *Konstantan* CuNi45Mn – je bronz s nejvyšším elektrickým odporem, který se používá jako odporový a termočlánekový materiál.

- g. Berylové bronzy - při obsahu 2 % Be se dají vytvrzovat a mají pevnost až 1200 MPa, tvrdost 400 HB. Jsou odolné proti korozi i ve vytvrzeném stavu.

Používají se na pružiny s dobrou elektrickou vodivostí, nejiskřící nástroje, zápustky pro tváření, ložiska.

Jsou velmi drahé [16][18]



Obr. 31 Dělo z konce 19. století

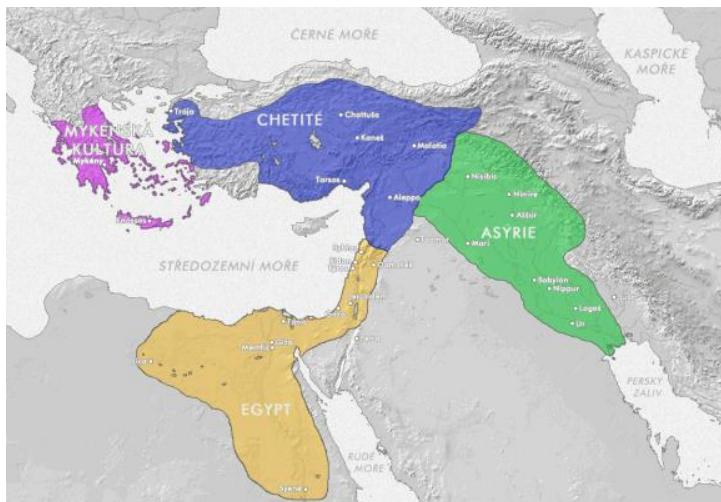
V roce 1863 (pře 150 lety) patřilo Rakousko-Uhersko k dělostřeleckým špičkám. Během 10 let se však situace zcela změnila a rakousko-uherské kanóny nestačily novým dělům pruské armády používající ocelové hlavně. Tajemství výroby takové hlavně však bylo pruskými zbrojaři náležitě střeženo. Rakousko-uherská armáda je nedokázala vyrobít a stávala se tak závislou na dodávkách zbraní z Pruska. Ani opakované pokusy a obměny výroby, tajemství ocelových hlavně neodhalily.

Plukovník Franz Uchatius však vymyslel způsob výroby hlavně z bronzu, která se litinové zcela vyrovnala. Byl použit bronz s příměsí fosforu a hlaveň byla odlita s menším, než požadovaným průměrem. Průměr hlavně se pak zvětšoval protahováním kónusů, až na požadovaný rozměr. Tím došlo ke zpevnění vnitřních stěn hlavně, zatímco vnější si zachovaly původní houževnatost. Tyto děla se pak používaly ještě v armádě nově vzniklé Československé republiky.

Pevnosti ocelových hlavně bylo docíleno složením z pevně slisovaných částí, což je pracný a na přesnost zpracování velmi náročný výrobní postup. [25]

2.6 ŽELEZO

Je nejpoužívanějším kovem současnosti. Prvním národem, který masově zpracovával železo získané tavbou rudy, byli Chetité, ve druhém tisíciletí př. n. l. v oblasti Malé Asie. Chetité byli velkými válečníky a mistry ve zpracování i odlévání kovů. Pravidelně podnikali loupeživé nájezdy do okolních států. Ze železa vyráběli zejména své proslulé a



Obr. 32 První civilizace zpracovávající železo

všemi obávané zbraně. Cizinci, jako Syřané, Asyřané nebo Achajové (Mykénové) sem přicházeli za obchodem nakupovat železo, měď, olovo i stříbro. Železnou rudu získávali Chetité v dolech u pohoří Taurus a v Arménii (odkud pravděpodobně pochází dovednost redukce rudy). Se svými železnými zbraněmi

získali Chetité nemalou převahu nad ostatními národy starověku používající zbraně převážně měděné, nebo dokonce dřevěné. Úspěšně dobyli Babylon a byli obávaným soupeřem tehdejšího silného Egypta.



Obr. 33 Rozvinuté civilizace 2600 až 1200 př. n. l.

Výrobní postup železa z rudy si Chetitě dobře sřežili, a tak k rozšíření této dovednosti došlo až po pádu Chetitské říše kolem roku 1200 př. n. l. [26].

Od té doby železo provázelo vzestup mnoha velkých říší. Železo, které člověk v té době používal, bylo získané nízkoteplotní, bylo v těstovitém stavu, porézní, houbovitě a prostoupené struskou. Vyčistit a ztuhnout se muselo následným kovááním. Výjimku tvořilo železo meteoritické.



Obr. 34
Železná sekera. Mladší doba železná (latén), asi 3. - 2. stol. př. n. l., hradiště Češov u Jičína. Délka 11 cm. Soukromá sbírka Ing. Rostislava Dudka, Ph.D. Foto: M. Vavro, 2008.

Vyrobené železo (Fe + 0,02 až 1,7 % C) bylo měkčí a obecně méně kvalitní než bronz, ale železné rudy je dostatek a výroba železa (ne oceli) je, při zvládnutí technologie, mnohem snazší než výroba bronzu. Železnými zbraněmi lze vybavit celou armádu a tak se železo rozšířilo do celého světa. V Anatolii doba železná začala mezi roky 1500 a 1000 př. n. l. a dorazila do Číny, Británie a Nigérie okolo roku 400 př. n. l. Severní Amerika, Jižní Amerika a Austrálie získaly znalosti zpracování železa spolu s evropskou kolonizací, která začalo kolem 15. století n. l. Na území dnešní ČR žili tehdy Keltové a nálezy dokládající zpracování železa sahají až k 7. století př. n. l. Jejich meče se ohýbaly a nedosahovali kvality pozdějších mečů římských.[27] V Číně byl učiněn nález vypovídající o zručnosti metalurgů dynastie Šang přibližně před 3000 lety: do formy byl vložen břit vykovaný z meteoritického železa a následně na něj byla odlita bronzová sekera.[5]

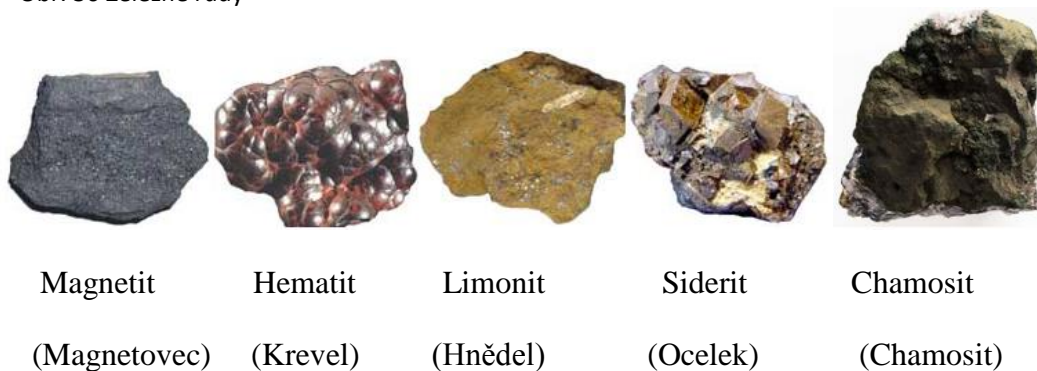
Hlavní železné rudy

minerál	krystalochemický vzorec	skupina	max. obsah Fe (%)	průmyslový význam
magnetit	Fe_3O_4	oxidy	72	velký
hematit	Fe_2O_3	oxidy	70	velký
„limonit“	$\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n \text{H}_2\text{O}$	oxidy	50 - 69	střední
siderit	FeCO_3	uhličitany	48	střední
chamosit	$(\text{Fe}, \text{Mg})_5\text{Al}[(\text{OH})_8 \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$	křemičitany	< 38	malý

Obr. 35 Železné rudy

Obsah železa u rud v tabulce je pouze teoretický. V rudě bývá mnoho hlušiny, která rudu znehodnocuje.

Obr. 36 Železné rudy



Limonit ($\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$) není jeden minerál, ale krystalická směs několika minerálů, hlavně goethitu a lepidokrokitu, představuje snad nejdůležitější rudu železa, využívanou našimi předky. Ložiska rud vystupovala někde přímo na povrch, takže je bylo možno zprvu těžit hloubením mělkých jam. Později byly jednoduchými způsoby těženo stále do větších hloubek. [28]



Obr. 37 Historická povrchová těžba

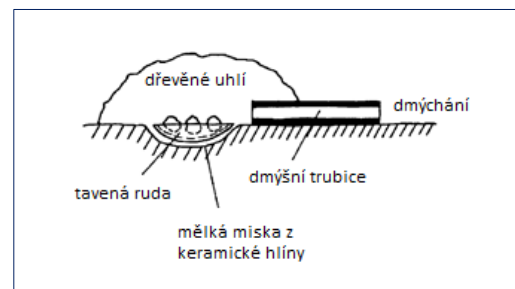
2.6.1 ZPŮSOB VÝROBY ŽELEZA

Železo se může z rudy získávat pomocí přímé nebo nepřímé metody výroby železa

PŘÍMÁ VÝROBA

Při přímé výrobě se vyrábí malé množství kujného železa, přičemž větší část odchází ve formě strusky a vše se odehrává pod bodem tání železa, v pecích různých obměn, vytápěných dřevěným uhlím se cca 20 hodin (dle objemu vsázky) udržovala teplota 1200-1300°C. Při této teplotě se částečně redukovalo železo. Zhruba 50% železa, mangan, fosfor i křemík zůstávaly ve strusce. Vyredukované železo ve formě tzv. železné houby bylo pórovité a nebylo dobře oddělené od strusky, ale bylo kujné. Osahovalo až 99,8 % Fe, 0,004 - 0,006 % C + další příměsi. Vytavená železná houba se musela dlouho a pracně hutnit a čistit kováním, než se železo dalo použít. Takto se železo (nizkouhliková ocel) vyrábělo od počátku jeho výroby až do 16. století a v některých oblastech až do století 19. Tedy více, než 2000 let. Dnes je nazýváme železem svářkovým.

1. V počátcích výroba železa se prováděla v **mělkých jámách**, které měly průměr až 3 metry a byly 1 m hluboké, způsobem, kdy je vytěžená ruda tavena s použitím kožených měchů pod velkým množstvím dřevěného uhlí.[29]

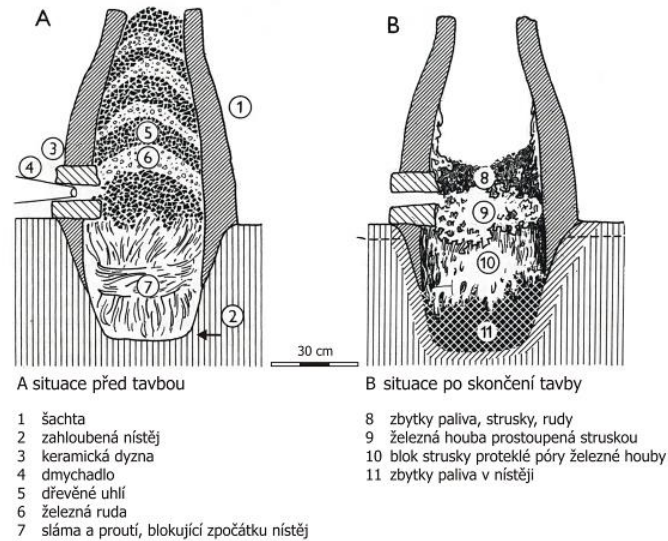


Obr. 38 Tavba v mělké jámě

V době římské se železná ruda redukuje v malých šachtových pecích z jílu.

2. **Se zahloubenou nístějí** – struska sama zatekla do nístěje a houbovitě železo se zůstalo v místě vyústění měchů. Po skončení procesu musela být pec rozlomena.

Obr. 39 Rekonstrukce funkce pece se zahloubenou nístějí



3. S nístějí na úrovni terénu je mladším typem. Pec se mohla po opravě znovu použít.

Vlastní vsádka se skládala z upravené rudy, dřevěného uhlí a struskotvorných přísad, které mají čistící funkci. Přebírají z rudy nežádoucí látky, které se ve formě strusky usazují na povrchu roztaveného železa. Nejčastěji se používal vápenc. [29][30]

Obr. 40 Experimentální tavby v šachtové peci provádí například Spolek archaických nadšenců.



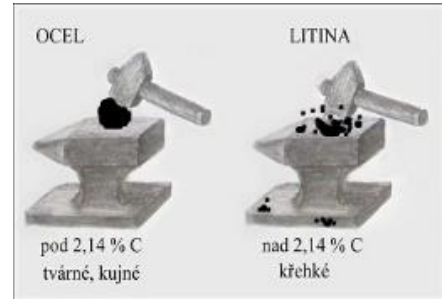
Obr. 41 Výsledkem tavby v šachtové peci je houbovitě železo



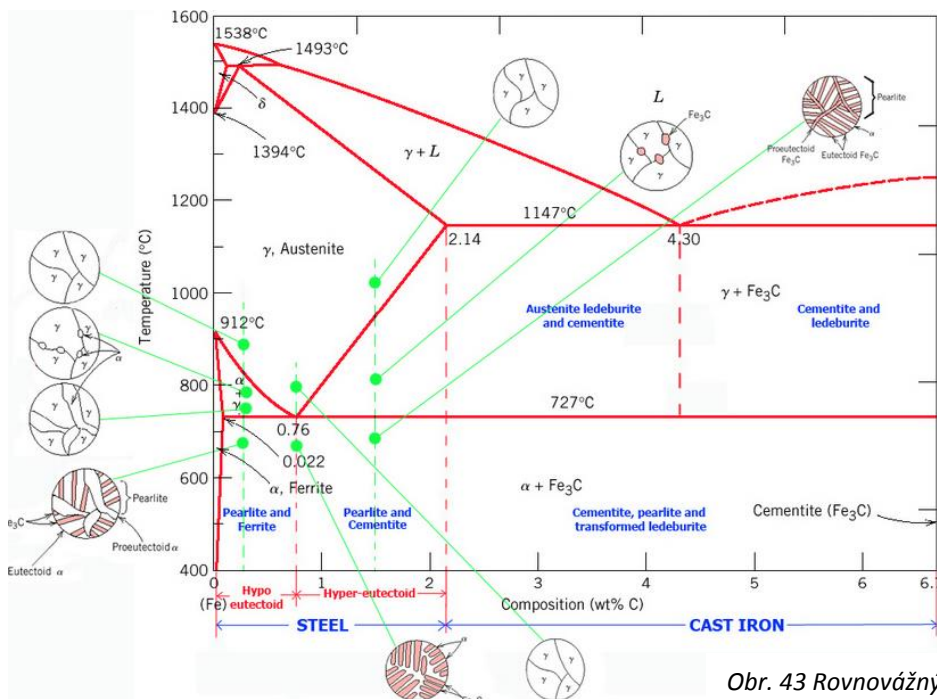
NEPŘÍMÁ VÝROBA

Nepřímá výroba se v Evropě rozšiřuje v 16. století a spočívá v redukci z rudy na litinu ve vysokých pecích a z litiny teprve výroba kujného železa procesem nazývaným zkujňování litiny.

Litina – při snaze zdokonalit a zvýšit produkci železa se stavěli větší pece (vysoké cca 2m), s větším obsahem vsázky. K tomu bylo zapotřebí více vhaněného vzduchu a za tímto účelem byly vytvořeny velké dmýchací měchy poháněné vodním kolem (13. st.). Ve století 14. pece dosahují výšky 3÷4 metry. Vlivem vyšší teploty v peci se z rudy redukovalo mnohem více železa, ale taky další prvky (Si, Mn, P), a z okolního dýmu se v tavenině navázalo více uhlíku. Výsledným produktem tavby byla křehká, nekujná litina, která se nedala nijak zpracovat. Dala se jen odlít do formy. Rozdíl mezi kujným železem (nizkohlíková ocelí) a litinou je v obsahu uhlíku, případně dalších prvků. Za mez se považuje 2,14% uhlíku.



Obr. 42 Litina je velmi křehká slitina železa s více než 2,14 % uhlíku



Obr. 43 Rovnovážný diagram Fe-Fe₃C

V Číně se litina začala vyrábět už ve 4. st. př. n. l. (motyky, krumpáče, pluhy,...). V Evropě až o 1000 let později ve století 14., regionálně ve Švédsku ve 12. st., podle nálezů strusky možná v Německu v 8÷9. St. (Kippenheim) a v 11. st. (poblíž Stuttgartu).

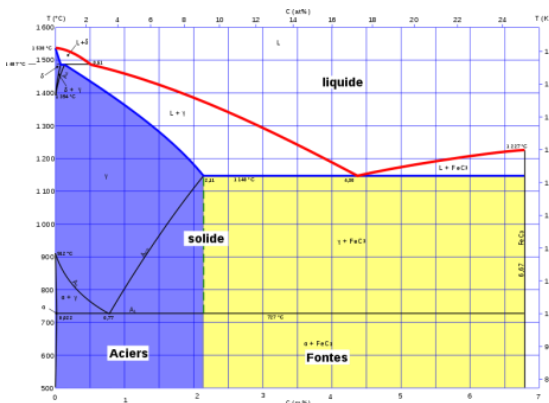
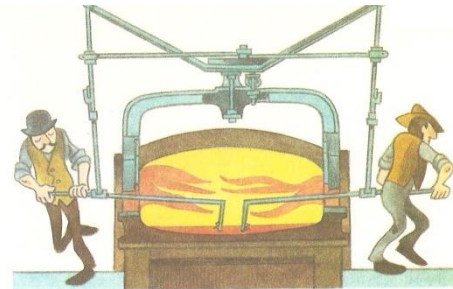
Plně se ale výroba litinových výrobků rozšířila až ve století 15. a 16. Právě tehdy byla po železe vysoká poptávka z důvodu jejího užívání na ozdobné stavební prvky a na odlévání dělových koulí pro zabezpečení měst i pro válečná tažení. Právě z křížových výprav, už v 11. století, přinesli vojáci do Evropských zemí dovednost vyrábět známou damaškovou (tygříkovou, wootz) ocel a zdobení železa zlatem, stříbrem a drahokamy.

Výroba litiny už ovládla Evropu, zbývalo jen, aby se lidé naučili přeměnit nekujnou litinu na kujné železo. K tomu objevili proces **frišování** a později **pudlování**.

Frišování spočívá v opakovaném prokapávání litiny nístěji do žhavého uhlí, při čemž dochází ke spalování příměsí. Tato výroba má velmi malou produktivitu práce.

Pudlování spočívá v míchání taveniny za přístupu vzduchu (puddle = louže). V roce 1784 vyrobil Henry Cort průmyslovou pudlovací pec vytápěnou černým uhlím. Litina se v pudlovací peci roztavila a při silném proudu horkého vzduchu se tavenina promíchávala dlouhými tyčemi ukončenými háky. Uhlík i ostatní nečistoty v litině se spalovaly. Tím jak ubývalo uhlíku v roztaveném kovu, docházelo ke změně

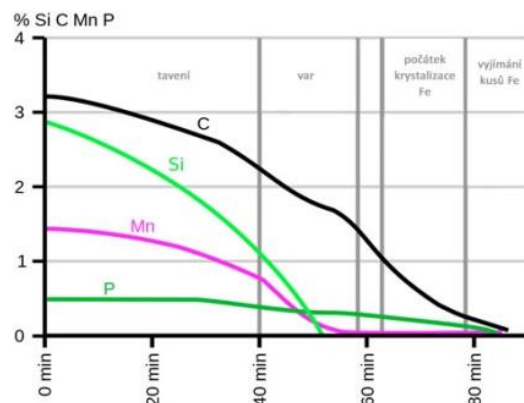
Obr. 44 Míchání kovu v pudlovací peci

Obr. 45 diagram Fe-Fe₃C

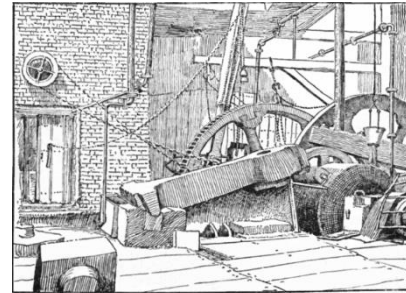
Taviči je pomocí háků vyhazovali. Vlky se na hamrech vykovávaly do železných prutů. Tímto tvářením se zbavily strusky, popela a dalších nečistot a zpevnily se podélným zorientováním krystalů. Jenže tyče nebyly dostatečně silné a daly se z nich vyrábět jenom malé předměty.

bodů tuhnutí. Směs železa s uhlíkem má nižší bod tuhnutí než čisté železo viz Obr. 45. Tavenina proto začala houstnout a objevovaly se v ní tuhé kusy, nazývané *vlky*. Právě ty obsahovaly kujné železo s malým obsahem uhlíku (dnešní terminologií – nízkouhlíková ocel).

Obr. 46 Při vysoké dochází v tavenině ke spalování některých prvků.



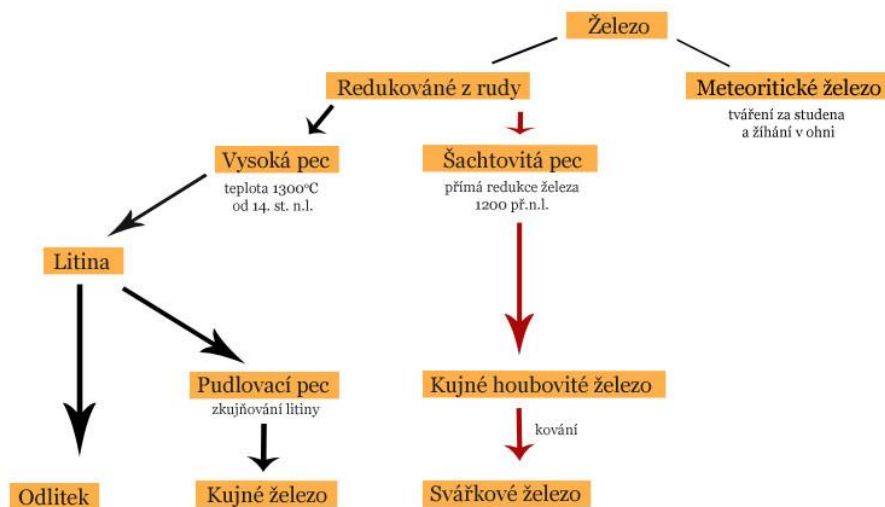
Na větší věci bylo stále zapotřebí svářkového železa.[35] Pece o denním výkonu 3 až 10 t oceli spotřebovávaly přibližně 3 × méně paliva než starší metoda, ztráty kovu byly jen 12 až 15 %. Ocel z těchto pecí byla ale stále nekvalitní, plná nečistot a strusky. Nejlepší kvality oceli se dosahovalo při pudlování společně s houbovitém železem, získaným z malých,



Obr. 47 Hamr u Staffordské pudlovnny

šachtových pecí. Významný krok ve zpracování železných rud přineslo zavedení koksu jako redukčního činidla na konci 18 století.[31] Železo dosahovalo takové kvality, která umožnila stavbu prvního řetězového zavěšeného mostu v Evropě a to roku 1741 v severovýchodní Anglii. První řetězový most vůbec byl postaven už roku 67 n. l. v Číně. [5]

Způsob výroby oceli a litiny do průmyslové revoluce v 19. století je zobrazen na následujícím obrázku č.48a



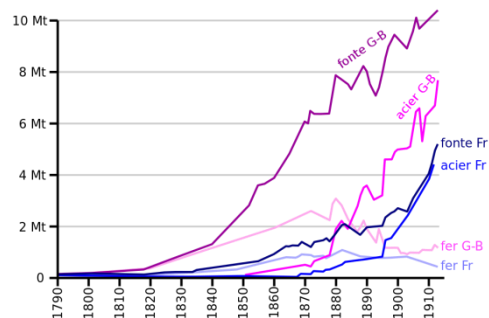
Obr. 48a Přímá a nepřímá výroba kujného železa



Obr. 48b Stará huť u Adamova. Dřevouhelná vysoká pec z 18. století.

2.6.2 PRŮMYSLOVÁ REVOLUCE A MODERNÍ VÝROBA

Během průmyslové revoluce v 19. století se dále zvyšuje poptávka po oceli. Ocel nahrazuje do té doby všude používané dřevo, především v mostních konstrukcích, domech, nově vznikajícím průmyslu atd. Do metalurgie železa a oceli se více zapojuje věda. Zkoumá příčinu, proč se ve vysoké peci nedaří redukovat kujné železo a vliv přimíšených prvků na vlastnosti oceli. Končí období řemeslné výroby oceli a nadále se rozvíjí velkovýroba ve vysokých pecích. Nepřímá výroba zcela vytlačuje výrobu přímou a probíhá v nových zařízeních. Už během předchozích staletí se zjistilo, že výška pece příznivě ovlivňuje spotřebu paliva. [5] Stavěli se tedy pece vysoké několik metrů, podél potoků pohánějící měchy, blízko surovin a cest.



Obr. 49 Graf výroby litiny a oceli

Rozměrové parametry vysokých pecí z 16.-18. století

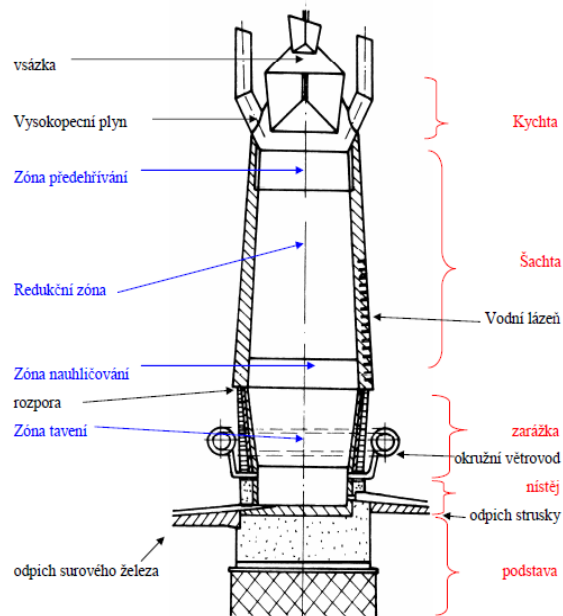
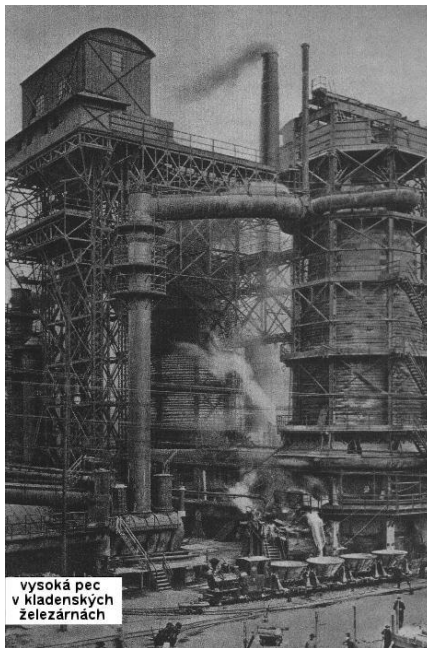
Lokalita	Datace	Výška, m	Průměr sedla, m	Úhel sedla, stupeň	Poměr výška/sedlo, V/S
Cannock	přibližně 1561	-	-	78	-
Coed Ithel	1651	6,1	2,2	77	2,9
Sharpley	1652	7,6	1,8	80	4,2
Rockley	1652	5,2	2,44		2,1
Dovey	1735	10,4	2,8	60	3,7
Gunns Mill	1682	6,7	2,1	(40-50)	3,2
Dundon	1736	8,7	2,7		3,2
Lamberhurst	1695	7,2	1,6	75	4,5
Bonawe	1752	9,2	2,44		3,7
Maryport*	1752	11,0	3,8	72	2,9
Cawthorne	1761	7,6	2,1	80	3,6
Coalbrookdale*	1777	7,3	2,1	51	1,8
Johangeorgenstadt		6,1	1,5		4,0
Osek	1750-1800	7,2	1,9	62	3,8
Strašice	1750-1800	8,0	1,6	63	5,0
Larvik	1767	7,3	1,8	60	4,0
Vorderberg	1770	5,5	1,5	81	3,6
Treybach	1753	6,7	1,1	83	6,3
Švédsko	1770	7,7	2,1	71	3,6
Le Creusot	1777	10,7	2,9	72	3,7
Komárov I	1780	9,0	2,1	64	4,3
Adamov	1793	8,5	2,3	61	3,7
Komárov II	1796	11,4	2,7	72	4,2
Nevyansk	1794	13,5	3,7	53	3,7
Brymbo+	1798	14,3	3,3		4,3

* koksová pece, ostatní dřevouhelné pece; + částečně koksová pece; () předpokládané

Obr. 50 Rozměry vysokých pecí z 16. - 18. století

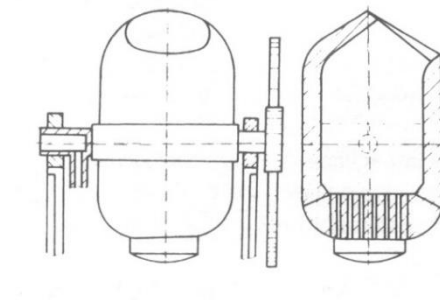
2.6.1 MODERNÍ VÝROBA

Schéma vysoké pece

Obr. 51 a 52
Vysoká pec.

Vysoké pece v 19 století byly schopné vyprodukovat mnohem více litiny, než byly kapacity pudlovacích pecí. Vytvořila se poptávka po novém rychlejším způsobu úpravy železa. Ideální podmínky pro nový vynález. Byl jím konvertor na zkujňování litiny pana Henryho Bessemera z roku 1856, následovaný dalšími vynálezy rychle se rozvíjejícího odvětví železářského průmyslu. [27]

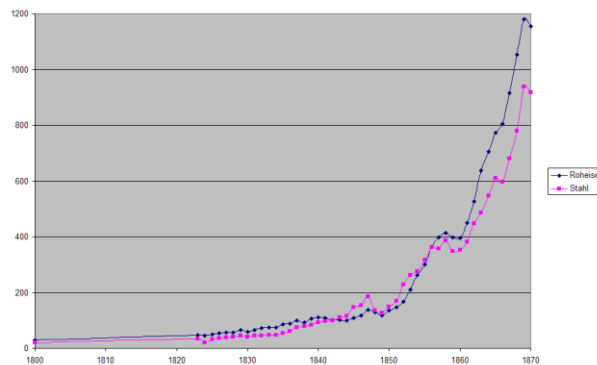
Bessemerův konvertor. Pojme až 15. tun roztaveného surového železa z vysoké pece. Ve spodní části umístěnými tryskami se do taveniny vhání vzduch, kterým se z ní odstraňuje uhlík, křemík a mangan. [27]



Obr. 53 Bessemerův konvertor

Vynálezy měnící způsob výroby železa:

- Druhá polovina 18 st – koksová pece
- 1784 - Henry Cort vyrobil pudlovací pec
- 1810 - Humphry Davy experimentálně taví železo elektrickým obloukem
- 1856 – Bessemerův konvertor
- 1864 – Siemens – Martinská pec
- 1877 – Thomasův konvertor (zásaditý Bessemerův konvertor)
- 1879 – W. Siemens si patentuje obloukovou pec. (1907 ve Francii a 1922 v USA - využití na výrobu kvalitní oceli). V současné době se používá k přímé výrobě oceli ze šrotu a pokrývá přibližně 30% produkce oceli.
- 1948 Robert Dürer vyvinul proces, na jehož základě vznikl v roce 1953 první průmyslový kyslíkový konvertor, který je dnes za výrobou asi 70 % oceli. [27]



Obr. 54 Graf růstu produkce surového železa a oceli (1800 -1870).

Cena železa a kolejnic
1867-1882



Obr. 55 Nové technologie zlevňují výrobu (dolar/tuna)

Poldi Kladno

Založena v r. 1889 na východním okraji Kladna, v sousedství Vojtěšské huti. Jméno získala na počest zakladatelovy manželky Leopoldy Wittgensteinové.

V letech 1890-1891 byla přistavěna hala pro první martinskou pec. Jako první ocelárna v Rakousku zavedla Poldi výrobu ušlechtilé oceli a jako jedna z prvních, elektrické tavení oceli. V r. 1910 zde byla vynalezena niklová nerezavějící ocel značky Anticorro. Od r. 1915 byla do provozu zavedena Frickova pec, tehdy největší indukční pec na světě.

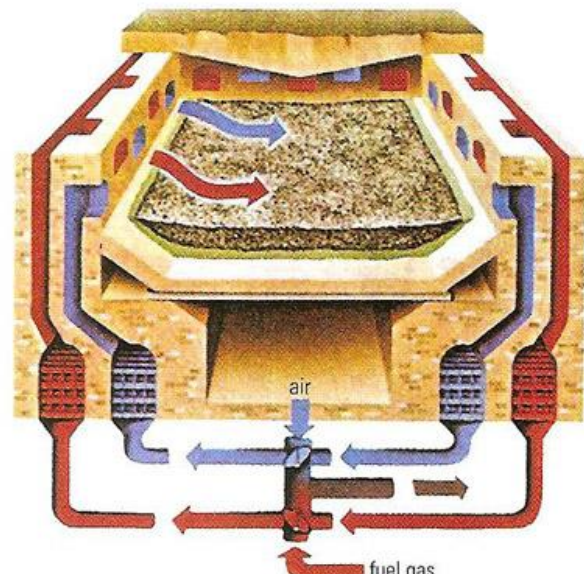
http://svk7.svkk1.cz/arl-kl/m-cs/detail-kl_us_auth-k0201346-Poldina-hut-Kladno-cesko/



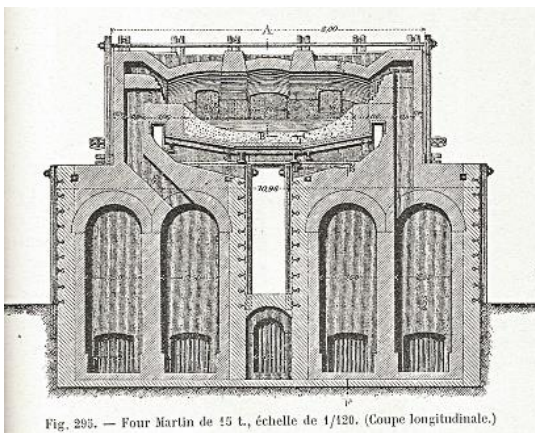
Siemens-martinská pec (1864)

Siemens-martinská pec je stavba s plochou nístějí ze žáruvzdorného zdiva, která v procesu výroby oceli následovala hned za vysokou pecí. Vsázka, tvořená surovým železem z vysoké pece a železným šrotem se zahřívá generátorovým plynem nebo spalováním par těžkých topných olejů. Vzduch i plyn se předhřívá průchodem přes regenerační komory pece, které před tím rozežřály odcházející zplodiny. Mezi regeneračními komorami je zařízení umožňující měnit směr proudících plynů.

Poslední pec v EU vyřazeny v r. 1993



Obr. 56, 57 Siemens - Martinská pec



Pec má nízkou oválnou mísovitou nístějí pro 200÷500 t železa. Na obrázku 56 je vyobrazen ohřev vsázky na teplotu 1600÷1800°C. Silně předehřátý vzduch a plyn jsou přiváděny nad hladinu taveniny do tavného prostoru, kde společně hoří. [40][44]

V přední stěně Siemens-
martinské pece jsou pracovní a
údržbové otvory
V zadní stěně je odpich a otvor
pro napouštění surového železa.



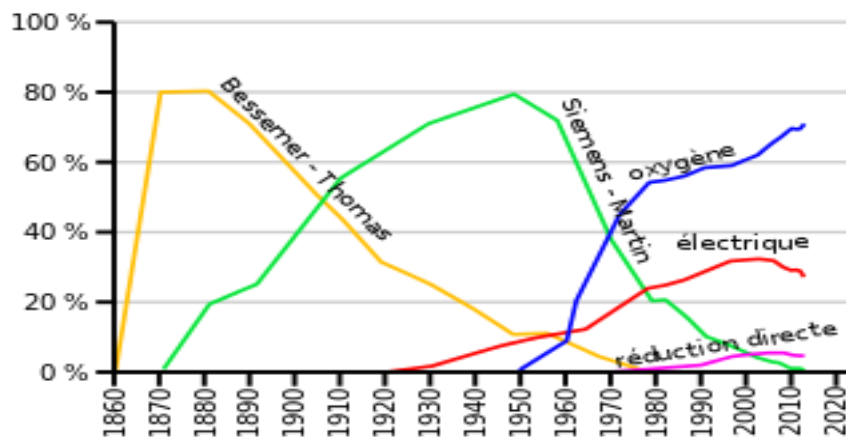
Obr. 58 Schéma zpracování surového železa v Siemens-Martinské peci

Způsob rafinace v Siemens - Martinské peci

Odpadkový postup – V závodech bez vysokých pecí se taví tuhá vsázka, která je z 15÷40% tvořena bloky surového železa a doplní se ocelovým šrotem (60÷85%)

Rudný postup - vsázku tvoří ze 40÷80% tekuté železo z vysoké pece, která se doplní ocelovým šrotem + kusová železná ruda s vysokým obsahem železa.

Rozvoj zpracování surového železa od konce 19. st. do současnosti je zřetelně patrný z grafu níže.



Obr. 59 Využívání jednotlivých metod výroby oceli.

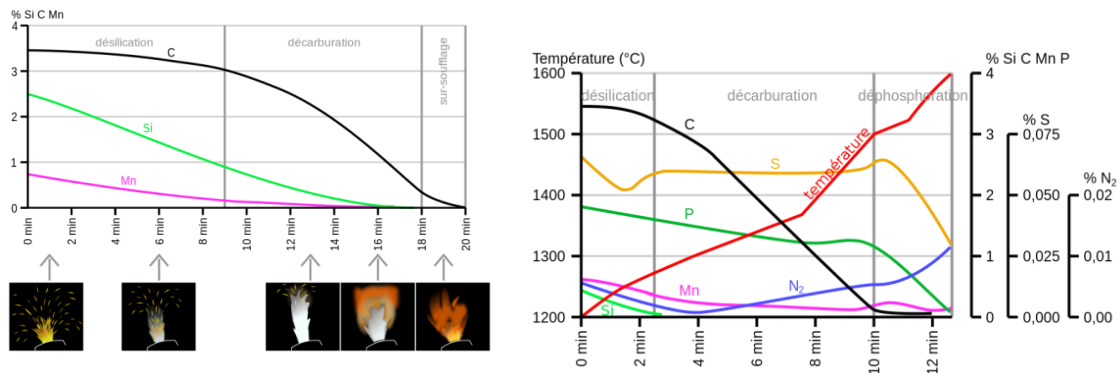
Siemens-martinská pec částečně nahradila používání Bessemerova konvertoru, ale na rozdíl od něj je mnohem náročnější na stavbu i údržbu. Tak byl Bessemerův konvertor nadále využíván k úpravě železa z rudy, s nízkým obsahem fosforu, který se Bessemerovým konvertorem nedal odstranit. [40]

Thomasův konvertor (1877)

Thomasův konvertor je konstrukčně podobný Bessemerovu konvertoru, ale je upravený zásaditou vyzdívkou a vyřešil přetrvávající problém s obsahem fosforu, který v oceli snižuje její houževnatost za nízkých teplot. [27]



Obr. 60, 61, 62 Thomasův konvertor

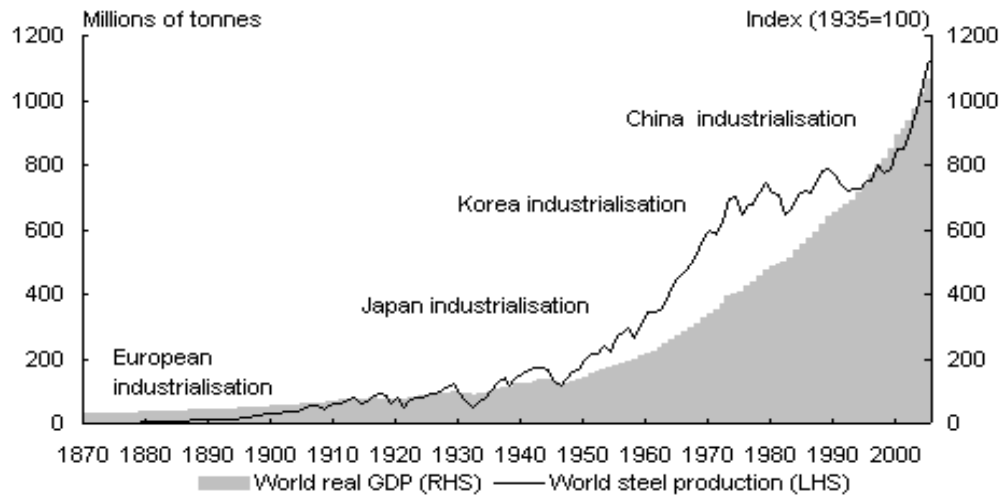


Obr. 63, 64. Proces odstranění nežádoucích příměsí Bessemerovým a Thomasovým konvertorem

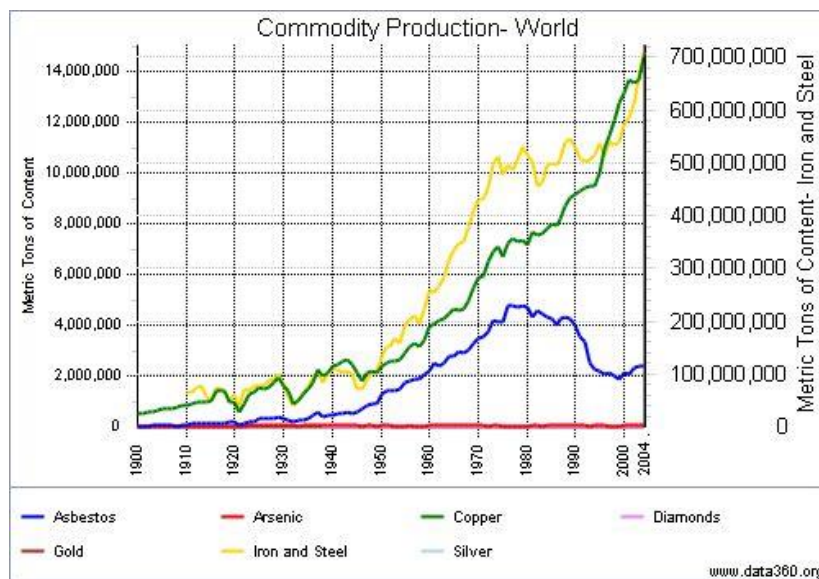
Nové technologie přinesly výrazný nárůst produkce a pokles cen litiny i oceli a tím podpořil další nárůst poptávky a zvýšení spotřeby.

Závislost světového HDP a rozvoj produkce oceli lze vyčíst z následujícího grafu.

Obr. 65 Rozvoj světové ekonomiky a produkce železa



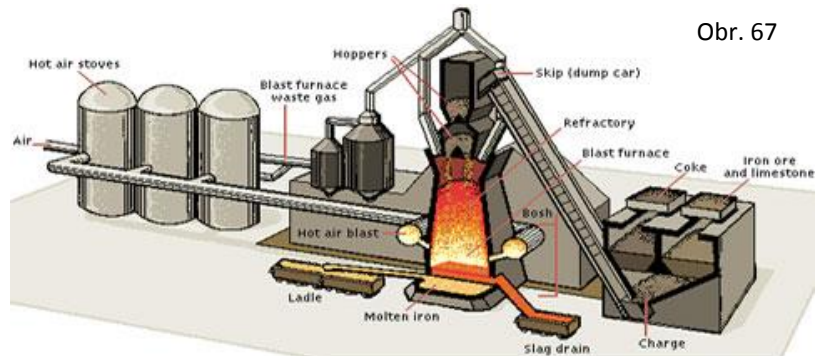
Rozvoj techniky je přímo závislý na zpracování kovů i dalších komodit.



Obr. 66

KONTROLNÍ OTÁZKY

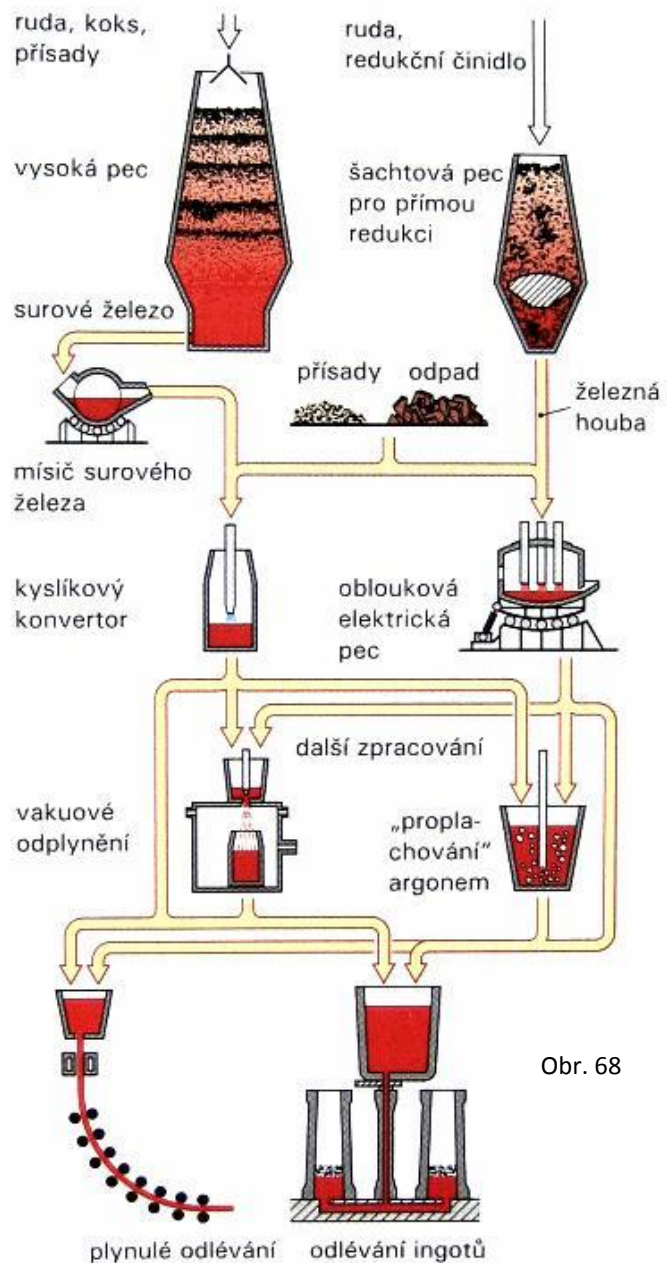
1. Popiš výrobu a zařízení zobrazené na obrázcích.



Obr. 67

2. Na obrázku je znázorněn postup výroby oceli s moderním kyslíkovým konvertorem. Pokud by na obrázku byl postup výroby se Siemens-martinskou pecí, kde by na obrázku byla umístěná?

3. Jaký je rozdíl v tavení železa ve vysoké anebo v šachtové peci?
4. V čem je hlavní rozdíl mezi ocelí a litinou?
5. Co je vodní hamr?
6. Kdy se začala v Evropě vyrábět ocel z litiny a jak se vyráběla do té doby?
7. K čemu se používala siemens-martinská pec?
8. Jaký je rozdíl mezi železem a ocelí?



Obr. 68

Kyslíkový způsob výroby oceli

- zkujňování pomocí dmýchání **kyslíku** navrhl už pan Bessemer. Až do dvacátého století se však nepodařilo vyřešit problém výroby levného kyslíku a nutné chlazení, neboť teploty při dmýchání kyslíkem okamžitě narostly do 2000°C. Kyslík se od svého objevu až do konce 19 století vyráběl chemickou cestou a elektrolyzou. Což bylo drahé a neefektivní. První stroj na levnou výrobu kyslíku destilací ze vzduchu byl vyroben roku 1910. Rafinace pomocí kyslíku se provádí teprve od poloviny 20. století ve speciálních konvertorech a to buď dnem skrz tekuté železo, nebo horní tryskou s rychlostí dmýchaneho kyslíku přesahující rychlost zvuku.[41]

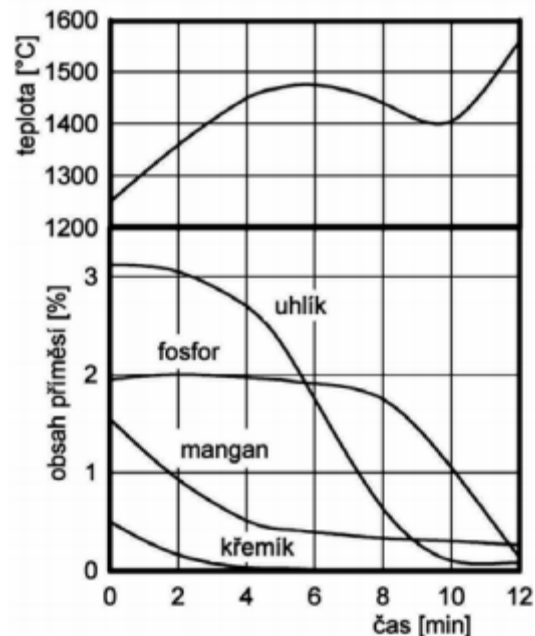
- Cíl - spálení (oxidace) nežádoucích nečistot v kovové vsázce – prvky Mn, C, Si, P, S přecházející na oxidy.
- Především snížení obsahu C- přibližně z 4% na 1%.
- 300t za 30-40 min

Konvertor je ocelová otočná nádoba se žáruvzdornou vyzdívkou, která je:

- A. zásaditá – dolomitové cihly
- B. kyselá – dinasové cihly (z drceného křemenného písku)

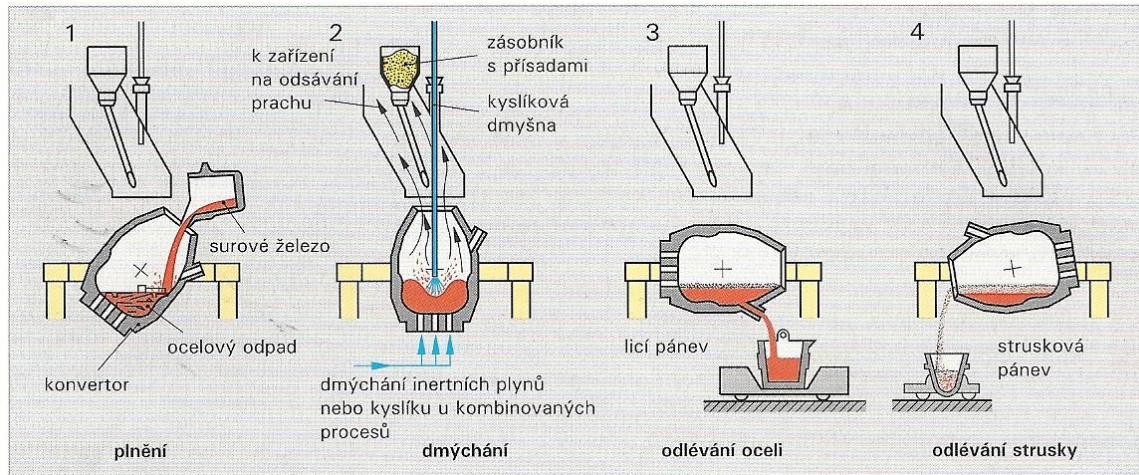
Vlastní postup výroby:

- 1) zavážení šrotu a roztaveného železa
- 2) dmýchání kyslíku
- 3) vzorkování a zaznamenávání teploty
- 4) odlévání



Obr. 69 Graf odstranění nežádoucích příměsí v kyslíkovém konvertoru

Postup výroby: do konvertoru se postupně nadávkuje ocelový šrot, struskotvorné přísady (vápnó) a surové železo o teplotě 1180 -1250°C.



Obr. 70 Postup výroby oceli v kyslíkovém konvertoru

Byly vyvinuty různé alternativy dmýchání. Proces může být v určité fázi intenzifikován promícháváním odspoda argonem nebo dusíkem přes porézní cihly ve vyzdívce dna. Alternativně se dmýchací trubice ve dně využívají v průběhu fáze dmýchání k injektáži dalších plynů. Zkujňování končí, jakmile kov dosáhne požadovaného složení. Vyrobená ocel může obsahovat vysoké množství rozpuštěného kyslíku, který snižuje jakost oceli a je potřeba jej z taveniny odstranit.[43]

Dezoxidace – odstranění kyslíku se provádí nauhličováním koksem, přidáním hliníku, křemíku, feromanganu, vápníku, titanu či dalších prvků. Dezoxidace má významný vliv na kvalitu vyráběných ocelových odlitků. Do taveniny je potřeba přidat přesné množství, aby bylo odstraněno co nejvíce kyslíku, ale aby v oceli nezůstal přidávaný prvek. Počítat se musí i s oxidací oceli při odlévání. [45] Oceli prošlé dezoxidací jsou nazývány uklidněné, oceli s obsahem rozpuštěného kyslíku pak neuklidněné.

Elektrometalurgický způsob výroby oceli.

Zdrojem tepla je elektrický proud. Používá se především pro výrobu kvalitní oceli.

Vsádku tvoří ocelový šrot, surové železo, železná ruda k úpravě složení. Provádí se zejména z důvodu:

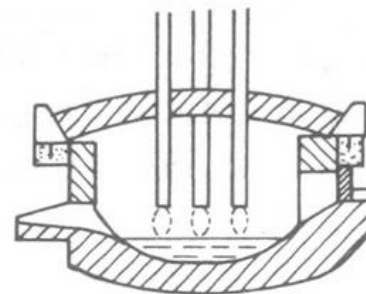
- homogenizace,
- úpravy chemického složení,
- odkysličení,
- odstranění nežádoucích plynů,
- oddělení nekovových příměsí.

Výroby se provádí v:

- 1) obloukové elektrické peci
- 2) indukční peci

1) Popis obloukové elektrické pece:

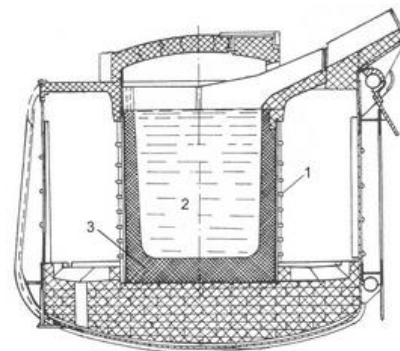
- kapacita pece – od 0,5 -100 tun vsádky. Elektrody se vyrábí z antracitu nebo petrolejového koksu. Ohřev se provádí pomocí elektrického oblouku mezi elektrodami vzájemně, nebo mezi elektrodami a vsázkou. Intenzita elektrického proudu na 1 elektrodu je 3000- 15000 ampér.



Obr. 71 Nákres obloukové pece

2) Indukční pec popis

Tavící kelímek (3) je umístěný uvnitř vysokofrekvenční cívky, do jejího vinutí (1) se přivede elektrický proud. Uvnitř železné vsázky (2) se indukují vířivé proudy, které ji silně zahřívají. Zkujňování ve velkých objemech se v tomto typu pece neprovádí, pouze natavení, rafinace.[27]



Obr. 72 Nákres indukční pece

Dle požadovaných vlastností oceli se při výrobě do oceli přidávají legující prvky. Při určování jakou legující přísadu do oceli přidat však záleží nejen na tom, jaké vlastnosti přidávaný prvek ovlivňuje, ale i na vzájemné kombinaci přísad, na obsahu uhlíku, síry, fosforu a dalších již obsažených prvků v legované oceli.

Orientačně lze říci, že ke **zlepšení mechanických vlastností** jako je tvrdost, ořezuvzdornost, houževnatost a pevnost jsou do oceli přidávány:

chrom, vanad, molybden, niob, nikl, mangan a u měkkých ocelí i bor, ke zlepšení prokalitelnosti.

Pro **zlepšení chemické a antikorozi odolnosti** se přidává

chrom, nikl, hliník a kobalt, křemík pro úpravu povrchu zinkováním

Pro **zvýšení tepelné odolnosti** pak

wolfram, molybden, kobalt, chrom.

Moderní rafinace ocelí se provádí v podtlakovém kesonovém zařízení – viz obrázek 73.



Obr. 73. Vítkovice Heavy Machinery získalo na Mezinárodním strojírenském veletrhu 2013 za zařízení sekundární metalurgie Zlatou medaili.

Dle vlastností pak rozdělujeme oceli do tříd:

oceli	ingotové	konstrukční	běžných vlastností		(stavební)	třída 10	
					(strojní)	třída 11	
			ušlechtilé		uhlíkové	třída 12	
				slitinové	třída 13 až 17		
		nástrojové	uhlíkové				třída 19
			slitinové		nízkolegované		
			vysokolegované (rychlořezné)				
			na lité nástroje				
	na odlitky	uhlíkové				třída 26	
		slitinové				třída 27 až 29	

Obr. 74

Na vlastnosti použité oceli má výrazný vliv i její další zpracování jako je **cementace, nitridace, kalení, popouštění apod.**

Litina dle přidaných prvků taky mění své vlastnosti a rozdělujeme ji takto:

železa nekujná	surová železa	šedé	
		bílé	
	litiny	šedá	třída 24
		tvárná	třída 23
		bílá	
		temperovaná	třída 25
		zvláštní	

Obr. 75

2.7 LETOPOČTY OBJEVENÍ DALŠÍCH PRVKŮ

Shrnutí historie kovů [46]

6000 př. n. l. – ZLATO	1250 – Arzén	1781 – Molybden
4200 př. n. l. – Měď	1450 – Antimon	1782 – Tellur
4000 př. n. l. – Stříbro	1557 – Platina	1783 – Wolfram
3600 př. n. l. – Bronz	1735 – Kobalt	1789 - Uran
3600 př. n. l. – Olovo	1750 – Antimon	1789 – Zirkon
1750 př. n. l. – cín	1751 – Nikl	1791 – Titan
1600 př. n. l. – železo	1753 – Bismut	...
750 př. n. l. – rtuť	1774 – Hořčík	...

2.7.1 VÝZNAMNÉ UDÁLOSTI Z OBLASTI DĚJIN VÝROBY KOVŮ

událost	místo	čas
prvé kovové výrobky (z přírodní mědi)	v blízkosti nalezišť	8000 pK
začátek redukce, lití a tepání	dnešní Arménie	6000 pK
prvé bronzové nástroje	Stř. Východ	4000 pK
prvé zpracované železo (meteoritické)	Stř. Východ, Egypt	4000 pK
prvý vůz	Balkán	3200 přK
prvé zrcadlo (leštěný měděný plech)	Egypt	2920 pK
železný předmět	pyramida Kefron	2800 pK
prvá dýka – královský hrob v Ur	Mezopotamie	2750 pK
výroba drátů z drahých a barevných kovů	Čína	2200 pK
první meč	minojská kultura	1650 pK
nezávislé tavení Cu a Sn a jejich slévání	Stř. Východ	1600 pK
začátek výroby železa	Babylonie	1660 pK
rozvoj výroby Fe v Indii (příchod Arijců)		1500 pK
rozvoj výroby železa v Chetitiské říši		1500 pK
použití žulových razidel pro výrobu šperků	Mykeny	1500 pK
dýka a stříbrná trubka	Egypt	1350 pK
tažené dráty z měkkých kovů	Egypt	1300 pK
prvé zámky	Egypt	1200 pK
stožáry s pozlaccnými špicemi – bleskosvody	Egypt	1170 pK
pružinové nůžky	Stř. východ	1000 pK
Gaukos objevil letování	Řecko	692 pK
kování koňů (podkovy)	Keltové (Galové)	500 pK
šroub (u vinařského lisu)	Řecko	350 pK
Theofratos popsal pocínování železa	Řecko	320 pK
mlýn s vodním pohonem (Mithirades)		80 pK
prvý řetězový most	Čína	67
prvá zmínka o olovených trubkách	Řím	97
používání uhlí při výrobě kovů	Čína	200-300
lité kostelní zvony	Řecko	409
vysoké pece	Německo, Francie	před 1450
návrh válcovací stolice	Leonardo da Vinci	1495
počátek zkujňování ve výhních		17. stol.
stolice kvarto pro válcování pásů	Švédsko	1705
úspěšné použití kamenného uhlí ve vysoké peci	Anglie	1709
Huntsman vyrobil kelímkovou ocel	Anglie	1740
Henry Cort obdržel patent na pudlování	Anglie	1784
prvá válcovna poháněná parním strojem	Anglie	1784
prvá vyválcovaná kolejnice	Anglie	1814
prvá válcovna plechů za studena	Anglie	1816
Bessemer přihlásil patent na konvertor	Anglie	1855
prvá siemens-martinská pec	Francie	1864
konstrukce první elektrické pece (Siemens)	Německé	1878
Úspěšné zavedení thomasova konvertoru	Anglie	1878
Mannesmann získává patent na bezešvé trubky	Německo	1885
výroba elektrooceli	Německo, Francie	po r. 1900

Obr. 76 Významné události v dějinách zpracování kovů

3 DĚJINY VÝROBNÍCH STROJŮ A AUTOMATIZACE

Stroj:

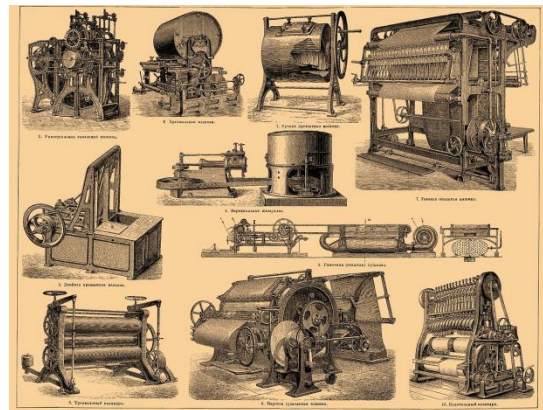
1. **Podle účelu** jsou stroje pracovní prostředky, jejichž užitím je nahrazována, usnadňována, zrychlována nebo zpřesňována lidská práce
2. **Podle principu** činnosti jsou stroje uměle vytvořená mechanická zařízení, jejichž úkolem je co neúčelněji transformovat jednu energii na druhou nebo vykonávat práci, tj. provádět změnu tvaru, vlastností, stavu nebo polohy předmětu.
3. **Podle mechanické stavby** jsou stroje charakterizovány jako účelná seskupení součástí, které jsou spolu pevně nebo pohyblivě spojeny tak, aby se část energie přiváděné do stroje nebo ve stroji akumulované měnila v žádaný účinek.[47]

Výrobní stroje jsou taková zařízení, která se přímo podílí na výrobě, například různé obráběcí či tvářecí stroje.

Mechanizace je proces, kdy dochází k nahrazování ruční fyzické práce prací stroje.

[48]

Automatizace označuje použití řídicích systémů k řízení technologických zařízení a procesů. Navazuje na mechanizaci, která poskytuje lidem zařízení k práci, kterou jim tímto usnadňuje. Naopak automatizace snižuje potřebu přítomnosti člověka při konání určité činnosti. [49]

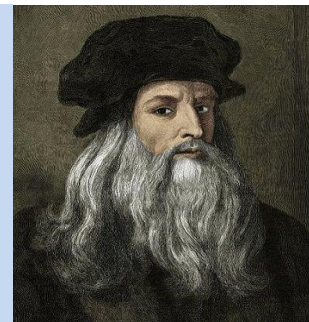


Obr. 77 Ukázka výrobních strojů

AUTOMATICKÉ HŘÍČKY

Leonardo da Vinci sestrojil k uvítání krále Ludvíka XII. lva, který kráčel k trůnu a tlapou pozdravil panovníka.

17. a 18. století – mechanické hodiny s regulátorem chodu, zvonkohra, pohyblivé figurky orlojů, automatické hračky postavené pro potěchu vládnoucí třídy. [49]



Obr. 78 Leonardo da Vinci

3.1 VÝVOJ VÝROBNÍCH STROJŮ

První stroje – datují se do starověkého Egypta, či říše římské a jedná se například o vodní kolo.

14 a 15 století – vynálezy Leonarda da Vinci. Mechanická pila, vodní bagr, stroj na výrobu pilníků, jeřáb, brusný kotouč, tiskařský lis...

17. století – rozrůstají se manufaktury – výrobní dílny, používají dokonalejší nástroje a jednoduché ručně poháněné stroje.

18. století – první průmyslová revoluce, odstranění řemeslného způsobu práce, zvýšení produktivity, parní stroj, lokomotivy.

19. století – elektrický motor, elektrická energie samotná elektřina jako pracovní nástroj. [49]

3.2 Vývoj AUTOMATIZACE

1588 – první výrobní „automat“, tzv. vibrační podavač obilí, italský techniky Ramelli

1801 – první automatické doprácací stroje, (Ch. Jacquard).

1855 – závod na výrobu mosazných hodin

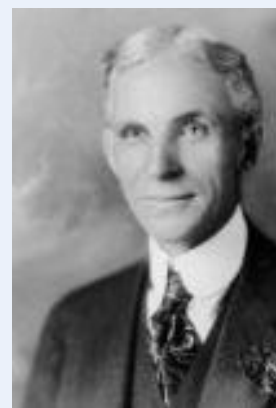
1860 – první obráběcí automaty, hromadná výroba šicích strojů, psacích strojů, jízdních kol

1910 – automobilka Ford vyrábí 10 tisíc automobilů ročně, přesné vyvrtávací stroje na hoblování a frézování ozubených kol, drážkovačky na hřídele či brusky na přesné uložení částí motorů a převodovky.

1914 – Ford přináší montážní pás, první montážní linka, dochází ke zkrácení doby montáže ze 14 na 6 hodin, stále však nutná potřeba dělníků, kteří vyjímali, přenášeli a upínali součástí ručně

Henry Ford

Narozen v roce 1863 v Dearbonu, ve státě Michigan (USA), na farmě, která patřila jeho rodičům pocházejícím z Evropy. Mladý Henry se měl podle představ otce stát farmářem, tyto myšlenky však Henry zavrhl již ve svých třinácti letech, zajímala ho technika a parní stroje. V pozdějších letech přešel od páry k benzínu a veškeré úsilí zaměřil na konstrukci benzínových motorů.



Obr. 79 Henry Ford

Ve dvaceti čtyřech letech se oženil s Klárou Briantovou, která ho podporovala v jeho snu postavit vůz bez koní.

Henry zařídil prosperující pilu, která živila jeho rodinu, a finančně si otevřel možnosti k jeho experimentům. Rok 1891 znamenal nástup do Edisonové osvětlovací společnosti, kde se ve velmi krátké době vypracoval na pozici hlavního inženýra. V roce 1893 vyzkoušel v kuchyňském dřezu jeden ze svých prvních benzínových motorů. O tři roky později vyjel Henry ve svém prvním automobilu. V roce 1899 Henry Ford založil, s několika investory, firmu Detroit Automobile Company. Tato firma však po roce zkrachovala, ale on se nevzdal a svého snu, a v roce 1901 prorazil se svou čtyřkolkou v prestižním závodě. V roce 1903 založil Ford Motor Company. [51]



Obr. 80 Automatizace automobilky Ford

1928 – první uplatnění automatů v automobilovém průmyslu (Smithova továrna v Milwaukee), kde se vyráběly rámy automobilů a dělníci pouze kontrolovali a ošetřovali stroje.

1938 – základy principu činnosti počítačů a číslicového řízení, (Claude E. Shannon).

1945 – začátek druhé světové války, velký zlom pro automatickou výrobu vojenské techniky a zbraní.

1946 – první elektrický digitální počítač ENIAC pro americkou armádu, dosažená úroveň elektrického zpracování dat, (Dr. John W. Mauchly, Dr. J. Presper Eckert).

1949 – 1952 – systém řízení polohy včetně obráběcího stroje ovládaného PC, (John Pardons). Použity čtyři zásadní myšlenky:

1. Vypočítané body dráhy byly uloženy na přenosné médium.
2. Automatické čtení programu na stroji.
3. Postupné uvolňování dat z média.
4. Použití servomotorů pro ovládání pohybů jednotlivých os.

1952 – první číslicově řízený obráběcí stroj se třemi osami.

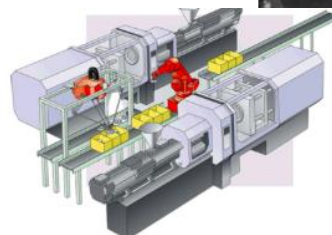
1954 – NC systém, vznik prvních konstrukcí pro dnešní průmyslové roboty.

1958 – vznik prvního programovacího jazyka APT.

1972 – nasazení sériového minipočítače, otevření cesty k vyšší generaci CNC systémů, zvýšená pozornost o automatizaci diskrétních procesů.

1984 – CNC systémy s grafickými programovacími prostředky.

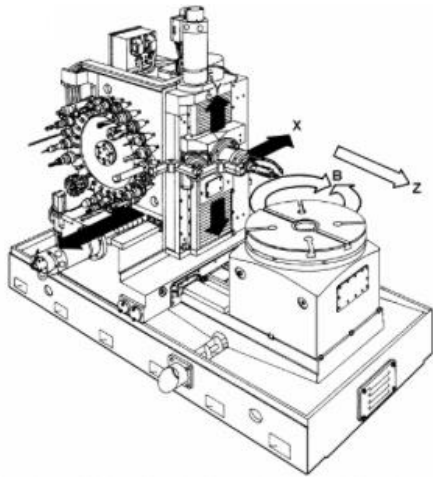
[50]



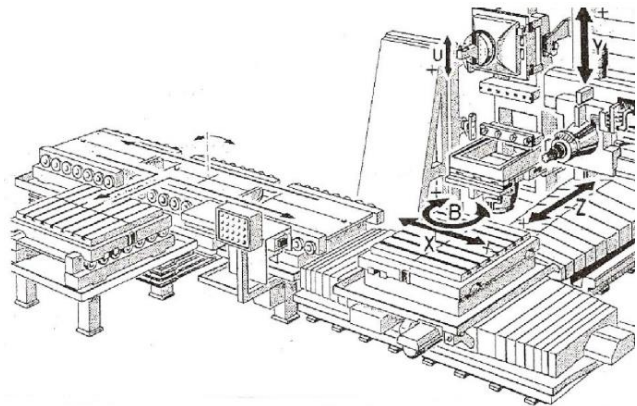
Obr. 81 Výrobní linky. Minulost versus současnost

3.3 VÝVOJOVÉ STUPNĚ AUTOMATIZACE

- **První stupeň** – automatizace jednotlivých elementárních operací.
- **Druhý stupeň** – automatizace souborů operací a jejich vazeb.
- **Třetí stupeň** – automatizace všech operací a jejich vazeb.



Obr. 82 Horizontální obráběcí centrum

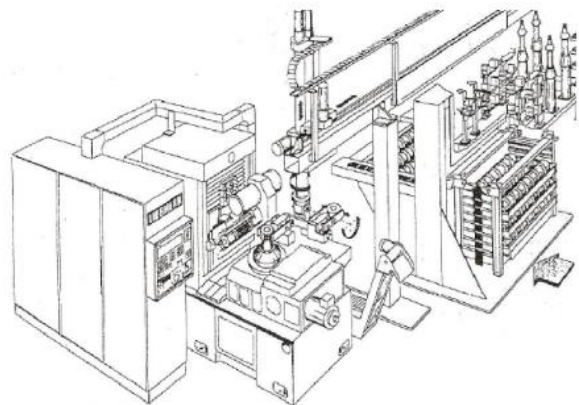


Obr. 83 Obráběcí centrum

Na obr. 82 je zobrazeno horizontální obráběcí centrum s kruhovým otočným stolem a s automatickou výměnou nástrojů zásobník – podavač – vřeteno. Tento stroj je mimo automatického řízení také opatřen automatickou výměnou nástrojů. Jedná se o ukázkou prvního stupně procesu automatizace.

Na obr. 83 je vyobrazen druhý stupeň procesu automatizace. Je zde pětiosé obráběcí centrum, které provádí soubor operací v prostoru jednoho stroje. Centrum je vybaveno automatickou výměnou vřeten a nástrojů, které jsou uloženy ve vertikálním řetězovém zásobníku. Objekty obrábění najdeme upnuté na technologických paletách v zásobníku paleta a v neposlední řadě je tento stroj vybaven také automatickou výměnou palet.

Obr. 84 charakterizuje kombinaci číslicově řízeného stroje s průmyslovým manipulátorem nebo robotem a označuje se jako výrobní buňka. Používá se pro obrábění specifických součástí nebo



Obr. 84 Automatizovaná výrobní buňka

několika součástí s podobnou geometrií. Základem je frézka se šesti CNC řízenými osami, která je ovládaná portálovým manipulátorem. Ten zajišťuje výměnu polotovarů a hotových výrobků, výměnu nástrojů, upínacích elementů a schopných hlavic určených pro vlastní činnost. Jednotlivé objekty se nachází v paletových zásobnících a výrobní linka tak umožňuje výrobu ozubení na různých objektech v malých dávkách. [52]

3.4 TVÁŘECÍ STROJE

3.4.1 ZÁKLADNÍ DĚLENÍ

- lisy – stroje pracující tlakem
- buchary – stroje pracující rázem
- rotační stroje – stroje pracující rotačním pohybem



Obr. 85 Buchar na vodním hamru

3.4.2 HISTORICKÝ VÝVOJ BUCARŮ A HYDRAULICKÝCH LISŮ

První tvářecí metodou zpracovávání kovu bylo jeho kování údery předmětem – zřejmě kamenem. Později se kování přesunulo do kováren. Mezi kovadlinou a kladivem, se k tváření využívá kinetická energie kladiva, později bucharu. Získává se z vodního kola, je předávána výrobku a deformuje tak tvářený kus.

Roku 350 př. n. l. ve starém Řecku došlo k prvnímu použití šroubových lisů s ručním pohonem. Používaly se především k lisování vína a oleje. Šroub, byl zapomenut okolo 6 století n. l. a znovu objeven až téměř o 1000 let později.

Kolem roku 210 př. n. l. se fyzik Filón zabýval mechanikou tekutin a myšlenkou prvního čerpadla na vodu a problematikou spojených nádob. Rok 100 n. l. přináší popis prvních hydraulických systémů.

Vodní hamr

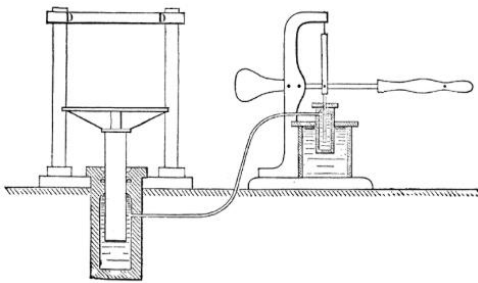
V České Republice najdeme vodní hamr ve vesnici Dobřív, je to unikátní technická památka s ukázkou dobového zařízení, která je stále v provozu.



Obr. 86 Pohon vodního hamru

V 9. století je ke kování využíváno jednoduchých mechanizovaných kladiv s lanovody a kladkami. V 11. století se v Anglii začíná rozšiřovat snaha usnadnit si práci využitím vodní síly. Ve 13. století přichází doba vývoje střelného prachu a vzniku palných zbraní. Bylo potřeba kovat větší a hmotnější kusy, proto muselo dojít k modernizaci a to mechanizaci ruční práce využitím energie přírodních zdrojů. V 15. století se objevují první buchary, které byly poháněny vodou.

Rok 1728 přinesl techniku válcování železného plechu, o 26 let později se provádí válcování profilového železa a v roce 1766 přichází první patent pro Johna Purnella na výrobu tažného válcovaného drátu. Dne 28. 4. 1784 James Watt patentoval parní stroj a objevují se tak pokusy o parní konstrukce bucharů.

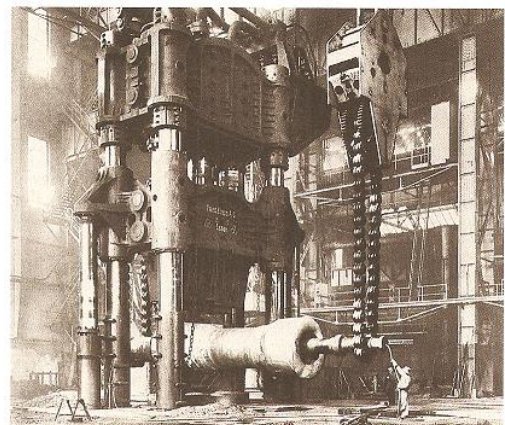


Obr. 87 Bramahův hydraulický lis

18. století značí převrat ve vývoji tvářecích strojů, dochází k využití hydrauliky, mezi nejznámější patří lis opatřený ručním čerpadlem, který vidíme na obr. 87.

Další významný mezník je rok 1839, kdy je sestrojen Jamesem Nasmythem první silný parní

buchar. Až o 22 let později se uvádí do provozu další parní buchar jménem „Fritz“, který je považován za technický div. Beran se zvedal parním mechanismem, měl hmotnost přes 30 tun a padal na kovadlinu, která se mohla přizpůsobit požadovanému tvaru výkovku. Doba jde stále dopředu a roku 1928 je postaven firmou Krupp v Essenu největší hydraulický kovaný lis na světě a síle 15 000 tun, který sloužil pro výrobu vysokotlakých nádob pro chemický průmysl. V letech 1971 až 1973 byl proveden na Vysoké škole elektrotechnické v Plzni konstrukční návrh lisu o síle 1000 MN a jeho realizace položila myšlenku konstruktérům vytvořit lis o síle až 5000 MN. V současnosti mají hydraulické lisy v tvářecích procesech monopol, zvláště pokud se jedná o kování velmi rozměrných a hmotných



Obr. 87b Hydraulický lis firmy Krupp

výkovků. V dnešní době však není problémem vyvinout tvářecí síly dostatečně velké k plastické deformaci, ale nastává otázka manipulace s výkovky. Proto se řeší různé posuvné stoly, na kterých jsou umístěny výkovky, aby umožnily snadnou manipulaci. [53]

3.5 AUTOMATIZACE VE TVÁŘECÍCH PROVOZECH

Automatizace technologie tváření je založená na automatizaci manipulace s materiálem a také v menší míře v automatické manipulaci s nástroji.

3.5.1 ZÁKLADNÍ POŽADAVKY PRO VÝVOJ MECHANIZAČNÍCH A AUTOMATIZAČNÍCH PRVKŮ

- vysoká přesnost a rychlost
- možnost napojení na řídicí systém stroje
- možnost napojení řídicího systému mechanizačního zařízení na centrální počítač
- možnost elektronické zpětné vazby pro snímání polohy, měření a kontroly
- sestavení umožňující flexibilitu funkce

3.5.2 DRUHY PRACOVÍŠŤ

Automatizovaná pracoviště jsou tvořena tvářecími stroji určenými pro automatický provoz. Jsou charakterizovány pevnou vazbou mezi technologickými operacemi s možností pouze malých změn v řízení procesu. Je nejekonomičtější, pokud se podaří vytvořit ucelený systém, to znamená systém, který řeší vlastní technologické operace a je propojený se svými periferiemi, jako jsou sklad a expedice, pomocí transportních zařízení.

Číslicově řízená pracoviště jsou vybaveny NC stroji a ostatními zařízeními pro automatický provoz. Jsou charakterizovány pružnou vazbou mezi technologickými operacemi a možností změn technologických procesů.

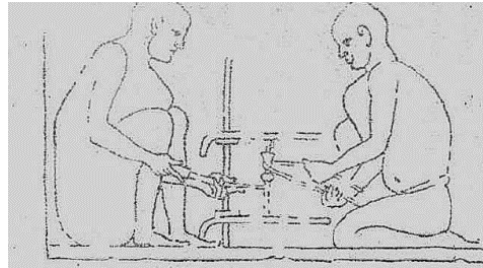
Robotizovaná pracoviště jsou vybaveny tvářecími stroji různé koncepce, které jsou přizpůsobeny pro manipulaci pomocí průmyslových robotů a manipulátorů. Využívají univerzálních robotů, kteří šetří čas z důvodu rychlých pohybů při složitých manipulačních operacích. [54]



Obr. 88 Robotizované pracoviště výroby plastových dílů

3.6 OBRÁBĚCÍ STROJE

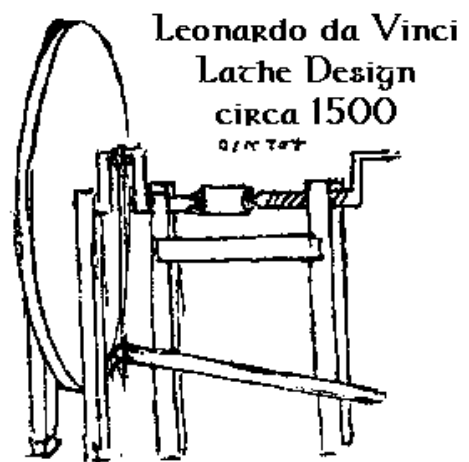
Princip soustružení je velmi starý, jeho kořeny souvisí s pravěkými vynálezy, jakými jsou luk a hrnčířský kruh. Později se luk používal na obstarávání pohybu soustružené součásti. Na obrázku 89 je nejstarší vyobrazení soustružníků. Muž vlevo drží nástroj, zatímco muž vpravo obstarává pohon šňůrou. Soustruh se s určitostí používal před rokem 800 př. n. l. [55]



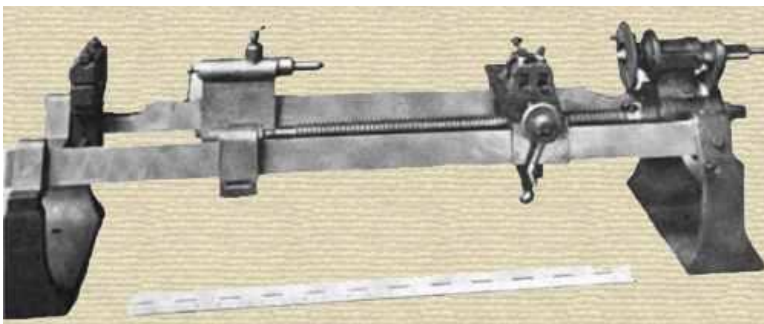
Obr. 89 Nejstarší vyobrazení soustružníků

Až již zmiňovaný Leonardo da Vinci navrhl soustruh, který díky využití pedálu na klikovém hřídeli je schopen plynulé stejnosměrné rotace. Během 15. – 18. století došlo k mnoha vylepšením, ale princip zůstal stejný.

Za autora moderního soustruhu, obráběčky a dalších strojů je brán Henry Maudslay. V roce 1797 spojil několik existujících principů a dal základy prvnímu soustruhu.[56]



Obr. 90 Leonardův návrh soustruhu



Obr. 91 Maudslay zavedl na soustruhu litinové lóže a v něm vodicí šrouby.

3.7 VÝVOJ NC A CNC STROJŮ

Číslicově řízené stroje jsou řízené programem, který je sestavený z alfanumerických znaků (písmen a čísel) a ty popisují postupnou činnost stroje. Jedná se o stroje s pružnou automatizací, které umožňují přechod na jiný typ výrobku změnou programu a změnou nástrojů, na rozdíl od pevné automatizace, kde je potřeba měnit výrobní cyklus přestavbou spínacích kontaktů. NC obráběcí stroje vznikly v USA koncem druhé světové války. Jejich název pochází z anglického slova Numerical Control, což znamená číslicové řízení. Každý NC stroj je řízen vlastním řídicím systémem, který je uložený ve zvláštní skříni, která je umístěná mimo obráběcí stroj. Řídicí systém obsahuje snímač a logické prvky, které převádí údaje z programů na impulsy potřebné pro řízení jednotlivých částí stroje a jeho nástrojů.

Po roce 1970 byly vyvinuty CNC stroje, jejichž označení pochází z anglického slova Computerized Numerical Control a v překladu znamená počítačové číslicové řízení. Jsou vybaveny vlastním počítačem a ten řídí výrobní proces. Obrazovka počítače slouží k indikaci programu, klávesnice pro zadávání dat a programování stroje. Kromě vlastního obrábění umožňuje řídicí počítač také grafickou simulaci, která slouží k vizuální kontrole každého programu před vlastním obráběním. Paměť počítače umožňuje uložení většího počtu informací. Mezi další výhodu CNC strojů patří možnost používání pevných cyklů (vrtacích, výrobu závitů, frézovacích) a není potřeba rozepisovat jednotlivé pohyby.[57]



Obr. 92 Uzavírací stroj pro uzavírání kanystrů



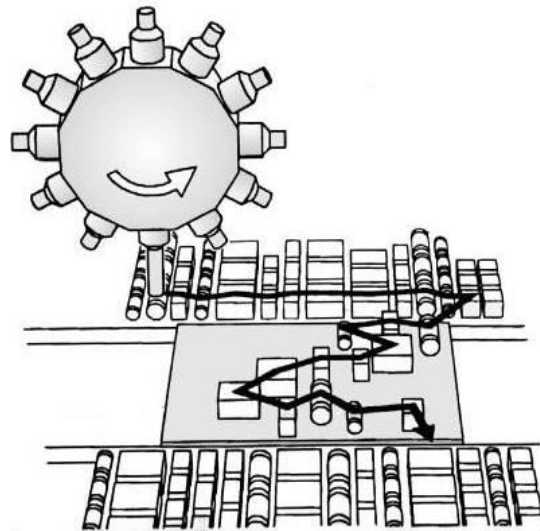
Obr. 93 CNC portálové obráběcí centrum

3.8 AUTOMATIZACE OBRÁBĚCÍCH STROJŮ

Automatizace obrábění vychází z uplatnění jednoprofesního obráběcího CNC stroje doplněného automatickým manipulátorem pro vkládání polotovarů ze vstupního zásobníku do stroje a předávání obrobků ze stroje do výstupního zásobníku. Vyšší úroveň koncepce obráběcího stroje znamená realizovat několikaprofesní stroje, kdy obráběcí centra umožňují, na jedno přichycení polotovaru, realizovat několik technologií obrábění. Mimo automatické manipulace s polotovary a hotovými výrobky jsou obráběcí centra opatřena automatickou výměnou nástrojů. Mezi výhody obráběcích center patří snížení manipulace s obrobkem a zvýšení využití stroje.[56]

3.9 AUTOMATICKÁ VÝMĚNA NÁSTROJŮ

Slouží k docílení komplexní automatizace a získání plně efektivního a ekonomického řešení. Dochází ke snižování pracnosti a tím se zvyšuje produktivita. Uskutečňuje se s použitím mechanické ruky nebo revolverových hlav.[56]



Obr. 94 Revolverová hlava ve výrobě



Obr. 95 Detail revolverové hlavy

Otázky ke kapitole:

Kdo se zasloužil o rozvoj výrobních strojů a automatizace?

Jak si představujete komplexní automatizaci v praxi?

Proč Henry Ford zavedl výrobní linky?

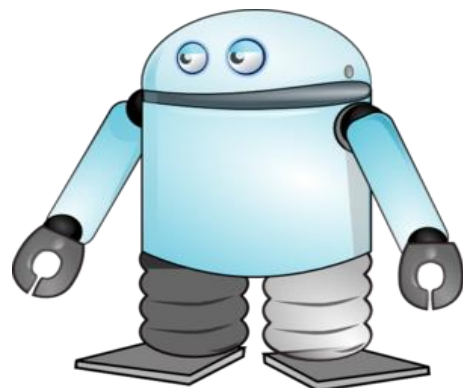
U soustruhu se posouvá obrobek, nebo nástroj?

Proč v automatických procesech převládá snaha odstranit člověka?

3.10 SHRNU TÍ KAPITOLY

Automatizace označuje použití řídicích systémů k řízení technologických zařízení a procesů. Cílem je dosáhnout tzv. komplexní automatizace, což je ideální předpoklad pro nahrazení člověka jako pracovní síly ve výrobním řetězci.

?????



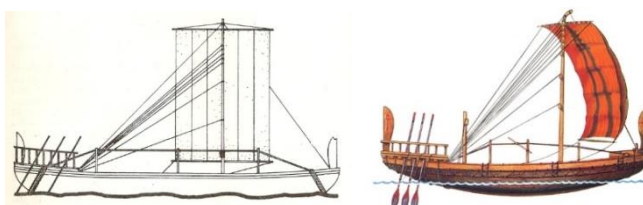
Obr. 96

4 DĚJINY DOPRAVY

4.1 POČÁTKY DOPRAVY

Zemědělský způsob života, vznikající řemesla hrnčířství a košíkářství, výroba předmětů z mědi či zlata a vzkvétající obchod v dávné době několika tisíc let před naším letopočtem zadal příčinu i k rozvoji dopravních prostředků. Kolem roku 6400 př. n. l. byl v oblasti Turecka domestikován pratur a kůň až po roce 4000 př. n. l. v oblasti dnešní Ukrajiny, náklad se dal tedy převážet na hřbetech těchto zvířat. Čluny, které v té době už existovaly, byly poháněny bidly, jednoduchými vesly, nebo byly taženy lidmi, většinou otroky, ze břehu. Výjimečně byly taženy zvířaty.

Síla zvířat byla v tomto období velmi málo využívána - zřejmě díky nevhodně zvoleným postrojům pro koně, které se opíraly o krk zvířete a to se pak při záběru dusilo. Voli, pro které byly tehdejší postroje vhodné, zase potřebují k chůzi dobrý terén a tak byly využíváni otroci. Přesto před rokem 4000 př. n. l. se na řekách v Mezopotámii objevily první čluny poháněné po směru větru jednoduchou plachtou.



Stejně jako vynález plachty v lodní dopravě, byl v pozemní

Obr. 97, 98 První plachty umožňovali jen plavbu po směru větru.

dopravě podobně důležitý vynález kola. Stalo se tak okolo roku 3300 př. n. l. v Sumerské oblasti (jižní Irák).

Vynálezy se v té době šířily velmi pomalu a trvalo více než 1000 let, než se kolo dostalo ze Sumeru do Egypta. A kolová kára se zde rozšířila až po dobytí Egypta Asijskými Semitskými kmeny (1650 př. n. l.), které zvítězily mimo jiné, právě díky rychlým, jednoosým válečným



Obr. 99 Mezopotámie a Egypt

vozům, taženými koňmi.

Dvouosé vozy se téměř nepoužívaly, neměly otočnou (řiditelnou) přední nápravu, v zatáčkách jezdily smykem a proto se snadno převrhly.



Obr. 100: Sumerský válečný vůz z období 26. století př. n. l. (detail Urské standardy). Koně mají postroje okolo krku, které neumožňují využít jejich sílu.

Shrnutí přepravy:

15 000 př. n. l. - První lod'ky

6400 př. n. l. - domestikován pratur.

4000 př. n. l. – v oblasti Srednij stog na Ukrajině domestikován kůň.

4000 př. n. l. - první lodě s jednoduchou plachtou.

4000÷3000 př. n. l. - domestikován kůň, velbloud, osel – zvířata užívaná k nošení nákladu.

3300 př. n. l. – kolo a lehká jednoosá kára

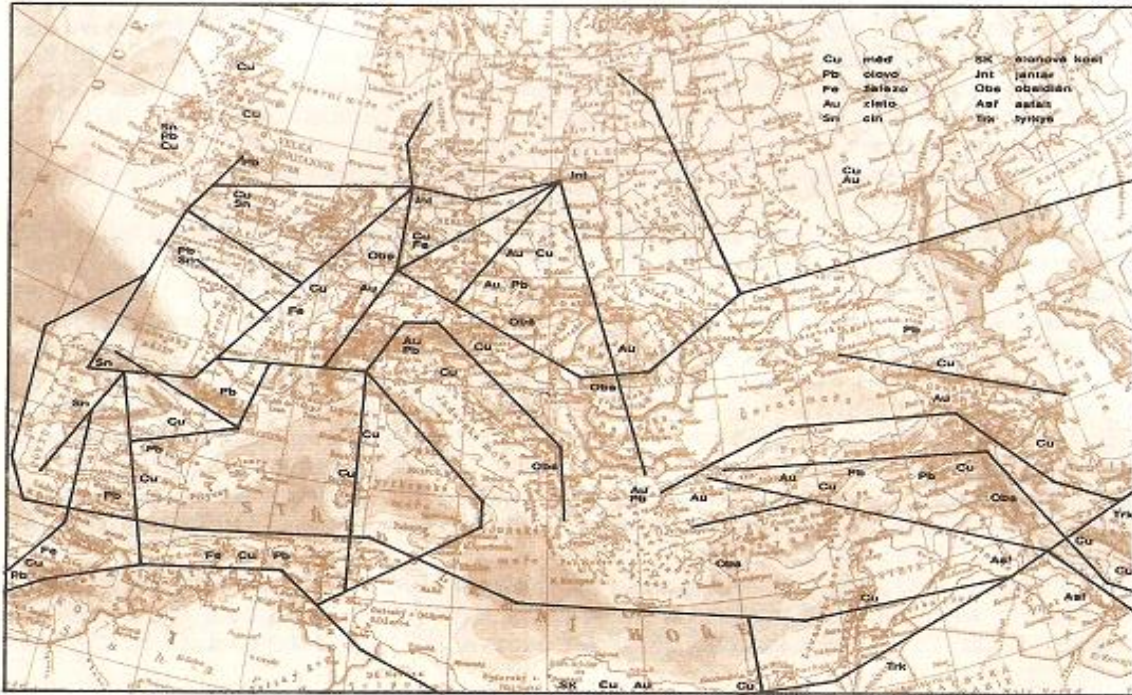
3000÷2000 př. n. l. – doprava karavanami soumarů i v Evropě.

Soumaři – zvířata nesoucí náklad. Kůň unese 100÷150 kg, velbloud 150÷200 kg, osel 60÷80 kg. Pro zajištění bezpečnosti se obchodníci sdružují do karavan s počtem až 200 kusů zvířat. (Vojenské Římské a Arabské karavany o 3000 let později měli i 1000ks zvířat, ale technika přepravy přes neobydlená území se nezměnila).



Obr. 101 Soumaři

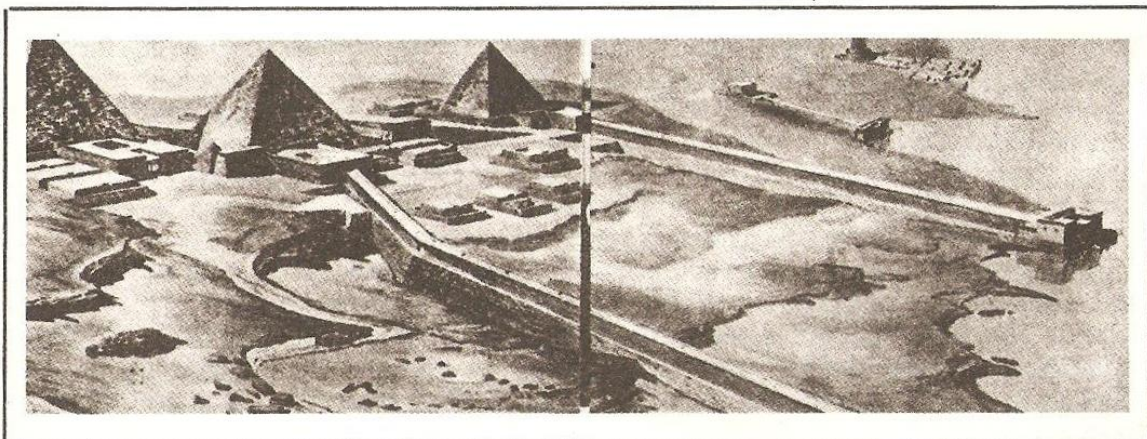
Důvody k vykonávání dálkových obchodních cest se soumary byl především obchod se zdroji surovin k výrobě kovů, kamenných nástrojů a šperků. Na následující mapce jsou zakresleny hlavní obchodní trasy s vyznačením obchodované suroviny ve 3. až 2. tisíciletí př. n. l. na území Přední Asie, severní Afriky a Evropy.



Obr. 102 - Mapa cest karavan se soumary ve 3. ÷ 2. tisíciletí př. n. l. Přpravovala se měď, olovo, železo, zlato, cín, slonová kost, jantar, obsidián, asfalt, tyrkys

2600 př. n. l. – první známou dlážděnou silnicí byla nájezdová rampa od břehu Nilu k pyramidám u Abúsíru. Po této silnici táhli otroci saně s kamennými bloky.

Obr. 103 – Příjezdové rampy od břehu Nilu ke skupině pyramid u Abúsíru.



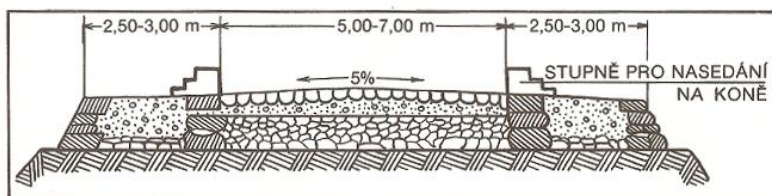
2000 př. n. l. – V Mezopotámii se začala používat nová kola s loukotěmi ze dřeva i bronzu. Obruč byla také dřevěná nebo kovová, vyrobená z jednoho kusu.

1650 př. n. l. – Válečné jednoosé vozy s pevnou osou a koly točícími se na ní.

Následovalo dlouhé období budování většinou nedlážděných cest s odpočívadly pro obchodní karavany se soumary. Dláždění není vhodné pro neokovaná zvířata (podkovy 500 př. n. l. v Galii) a tak byly dlážděné jen posvátné úseky cest ke svatyním a silnice ve městech. Ve městě Babylon a Ninive byly postaveny mosty přes Eufrat a Tigris. Babylonský měřil 112 metrů na délku a stál na 9 pilířích z pálených cihel s asfaltovou zálivkou nátěrem základů. Na nich byly cedrové anebo cypřišové trámy s mostovkou z palmového dřeva. O mostu v Ninive se údaje nedochovaly.

4.2 STŘEDOVĚK V DOPRAVĚ

Doprava po řekách a mořích se vyvíjela vlastní cestou a s pozemní dopravou se vývoj částečně propojil až s výrobou a použitím motorů. Protože v našich podmínkách se doprava zboží i osob uskutečňuje hlavně po silnicích a železnicích, je následující text zaměřen na tuto oblast. Těžiště rozvoje středověké pozemní dopravy v Evropě můžeme spatřit v silniční síti Římského impéria. Umění stavby silnic středověkých Římanů nepřekonalý žádné další středověké říše. Římské znalosti stavby silnic byly syntézou znalostí obyvatel z podmaněných území, i ze zemí jejich obchodních partnerů, spojené v ucelený souhrn. Poslání a smysl Římských silnic vystihuje staré přísloví „Via vis – via vita“ což v překladu znamená: „silnice je moc - silnice je život“. Pro dopravu vozů se zbožím se i ve vyspělém Řecku a Římě používali volské potahy. Jízda ve vozech byla považována za nevhodnou pro lidi. Ve voze se přepravovali jen lidé nemocní, staří nebo malé děti, případně ženy. Ostatní jezdili na koních nebo chodili pěšky. Kočáry pro vrchnost ve starověkém Řecku ani v Římě neexistovali.



Obr.:104 Příčný řez římskými silnicemi

Po rozpadu Říše římské silnice nikdo neopravoval a rozvoj v dopravě celkově stagnoval. Cesty Římské říše po jejím rozpadu zarostly a zpustly. Částečně se cestářské a mostní stavitelské umění Římanů uchovalo ve Francii. Zvláště díky vojenským snahám Karla Velikého. Kromě budování nových silnic, nebyl



Obr. 105 - V Číně se prsní popruh používal téměř o 1000 let dříve než v Evropě



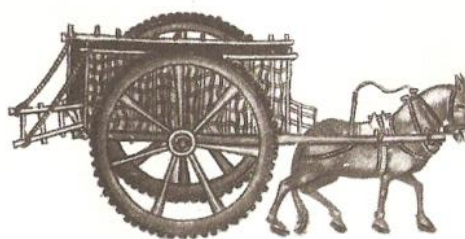
Obr. 106 - Římská silnice v Pompejích

však dopravě učiněn žádný významný pokrok až do rozšíření nového koňského postroje ve 12 století (první zprávy jsou už z 9. století). To spočívalo v použití prsního popruhu nebo chomoutu a použití oje.

Díky tomu kůň vyvinul až 5 krát větší sílu a mohl táhnout těžké obchodní vozy. Do Evropy se nový způsob zapřahání dostal pravděpodobně z Číny, kde jej znaly už ve 3. století n. l.



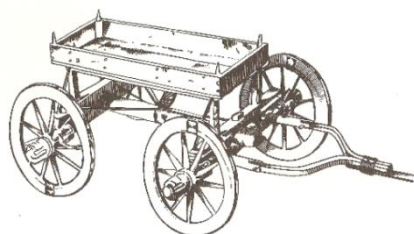
Obr. 107 – Asyrský vůz asi z roku 800 př. n. l. Postroj stlačoval koním průdušky.



Obr. 108 – Postroj ze 14. století. Tah je veden přes plece a kůň utáhne až 5 krát větší náklad.

4.3 DOPRAVA V ČECHÁCH

Již ve 3. až 1. tisíciletí existovali obchodní stezky křižující Evropu, které spojovaly naleziště zlata, kovových rud, soli, jantaru, pazourku. Po těchto cestách putovaly karavany soumarů s nákladem.



Obr. 109 – Rekonstrukce keltského vozu s říditelnou nápravou.

Cesty byly, většinou úzké, vysekané v poříčních porostech a pohraničních pralesích. V bažinatých oblastech bývaly zpevněny dřevem. Za výjimku archeologové považují dlážděný úsek cesty v Líšni u

Brna, který je 40 metrů dlouhý a 5 metrů široký a je vydlážděný říčními oblázky a kamennou drtí. Vývoj nejen dopravy byl narušen příchodem Keltského

kmenu Bójů na naše území v 1. tisíciletí př. n. l. Ti zde budovali svá Oppida, tavili železo, jezdili na koních, které poháněli ostruhami, a poprvé v historii byly používány podkovy pro koně (v Galii kolem roku 500 př. n. l.). Keltové používali dvoukolové i čtyřkolové vozy. Z období kolem přelomu letopočtu pochází nález Keltského vozu s otočnou přední osou z Porýní. Kolem přelomu letopočtu, byli Keltové vytlačeni Germány (asi kmenem Markomanů) a říditelná náprava se na vozech rozšířila až v 15. století. Rozvoj dopravy na našem území se téměř zastavil. Cesty byly neudržované, pro vozy často nesjízdné. Zboží se přepravovalo soumary. Pomalý rozvoj začal až po stěhování národů a ustálení poměrů, tj. zhruba v 10–13. století n. l. Ve 13. a 14. století přispěl ke zlepšení dopravy vnik a rozvoj měst. Rozvoj řemesel, hutí, skláren a hamrů pozitivně ovlivnil dopravu, budovaly se nové mosty, opravovaly se cesty. V pohraničí byla zřízena celní a strážní místa. Přesto se zemské stezky stále podobaly spíše rozježděným polním cestám.

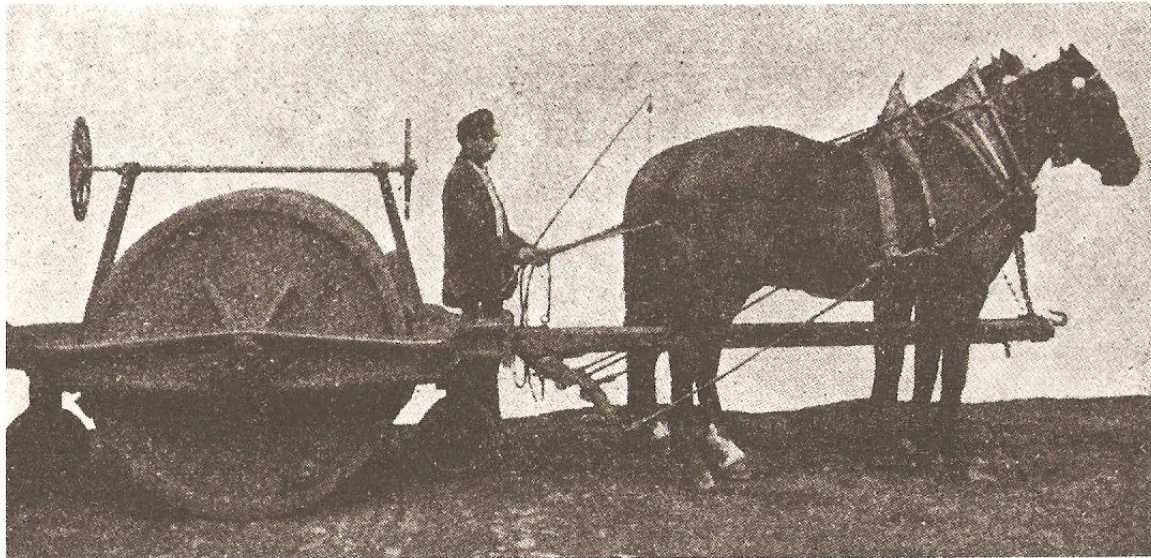


Obr. 110 – Po starých cestách někde zůstaly náznaky v terénu. Na obrázku je úsek staré hradecké stezky.

V roce 1361 bylo v Čechách Zemským sněmem, na ochranu před lapky, nařízeno vymýtiti obě strany zemských stezek na vzdálenost „co by dohodil kamenem obepjatým prsty“. Tradice stavby kamenných mostů po vzoru Římské říše dosáhla v té době z Francie i do Čech. V letech 1333–1340 postavil Vilém z Avignonu, kterého sem pozval biskup Jan z Dražic, v Roudnici kamenný most přes Labe (bohužel jej během třicetileté války v roce 1632, vyhodili ustupující Švédové do povětří). V jihočeském městě Písek se však zachoval

most ze 13 století, který je uváděn jako 8. nejstarší funkční most světa. Deset nejstarších funkčních mostů je v příloze této práce.

V 15. století do vývoje v Čechách neblaze zasáhly husitské války, které zastavily veškerý rozvoj, včetně obchodu a dopravy. Následně se v konstrukcích vozů začínají prosazovat lehké čtyřkolové vozy se zapomenutou a znovuobjevenou otočnou přední nápravou (keltský vůz již z přelomu letopočtu). Od 16. století se formami sdružovali do cechů a usilovali o zlepšení podmínek k přepravě zboží. Na konci 16. století se opět mýtily prostory kolem obchodních cest „na vzdálenost 1 provazce“ tj. asi 32 metrů. Po cestách začaly jezdit panské kočáry s kabinou zavěšenou na řetězech, nebo řemenech. Cestování v kočáru se tak stalo mnohem pohodlnější a využívanější. Bohužel přišla třicetiletá válka a další zastavení rozvoje dopravy. Válka způsobila pokles obyvatelstva na dvě třetiny původního počtu, ale přinesla i nové výrobní techniky, rozvíjející se průmysl a kapitalistické smýšlení. To se projevilo i v dopravě. Zpevněné cesty se začali budovat systematicky po celé Evropě, v Čechách bohužel byl neutěšený stav ještě dalších 150 let. Státní správa Rakouského císařství kvůli špatnému stavu silnic předala správu České vrchnosti, městům a obcím a povolila jim vybírat mýta. Ta mýta vybírala zdatně, ale do cest se peníze nevracely. V 17. a 18. století vrchnost i movitější měšťané cestovali spíše v kočárech než na koni, ale většina cest v Čechách tomu nebyla uzpůsobena. Přestože díky pokroku ve zpracování železa, byly kočáry již opatřeny listovými pery, jízda po nerovných cestách nebyla pohodlná a muselo se jezdit pomalu a opatrně. Teprve před dvěma sty lety, v roce 1791, bylo zřízeno *ředitelství silnic*. Budování a udržování dopravní infrastruktury financoval od této chvíle stát. Stalo se tak na popud pana Borna a jeho memoranda „Vlastenecké myšlenky o silničním hospodářství v království Českém“. Nově vytvořené silniční ředitelství, jehož ředitelem se stal právě pan Born, vydalo rozsáhlou instrukci pro výstavbu a údržbu státních silnic, která vycházela z Tereziánského patentu a na dalších téměř 150 let (do roku 1927) byla nejdůležitějším silničním předpisem. Velkolepá přestavba a dostavba sítě českých silnic skončila zhruba v polovině 19. století.



Obr. 122. Od roku 1880 se silnice v Čechách začaly válcovat koněspřežnými válci o hmotnosti do 8 tun taženými zpravidla 6 až 8 koňmi.

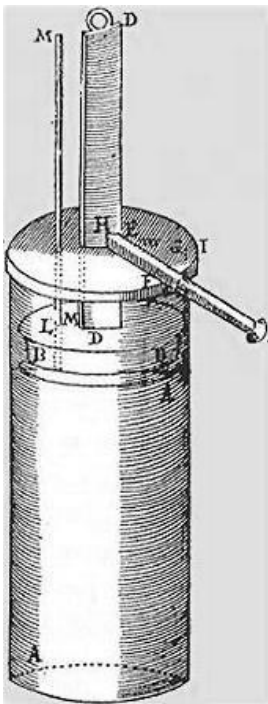
Nově vybudovaná silniční síť měřila jen v Čechách 3800 km a vybudované silnice měli již podkladovou vrstvu štětovou a vrchní vrstvu šterkovou s předepsanou šířkou vozovky 6,32m plus 1,58m krajnice.

4.3.1 VLIV NA ROZVOJ TECHNIKY V ČECHÁCH

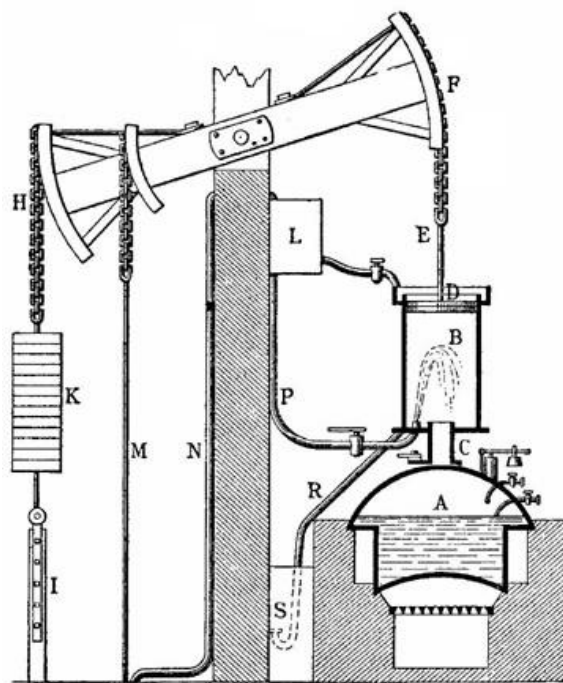
Prakticky okamžitě po dokončení sítě silnic začala vznikat síť železničních tratí pro provoz parních lokomotiv, navazující na budování koněspřežných drah (1840-1875). Znamenalo to obrovské zvýšení nároků na výrobu oceli. Kromě toho, pro vybudování železnice bylo potřeba postavit mnoho nových mostů a viaduktů, naspů a prorazit mnoho tunelů. Výstavba železnic si tak vynucovala další technický pokrok a organizační řešení. Na přelomu 19. a 20. století se silnice začali dehtovat a sypat pískem. V roce 1918 měly Čechy nejhustší a nejudržovanější dopravní síť v celém Rakousku-Uhersku a Česko se stalo vzorem pro mnohé ostatní země. [58]

4.3.2 AUTOMOBILY

Sedmdesát devět let po vynálezu Papinova parního stroje (1690) a padesát sedm let po vynálezu čerpacího zařízení pana Newcomena a Saveryho (1712) došlo k významným událostem, kterými začala epocha motorových vozidel. Inženýr Cugnot získal podporu francouzského ministerstva války, pro které měl sestrojít parní traktor pro dělostřelectvo k vlečení těžkých děl (1769)



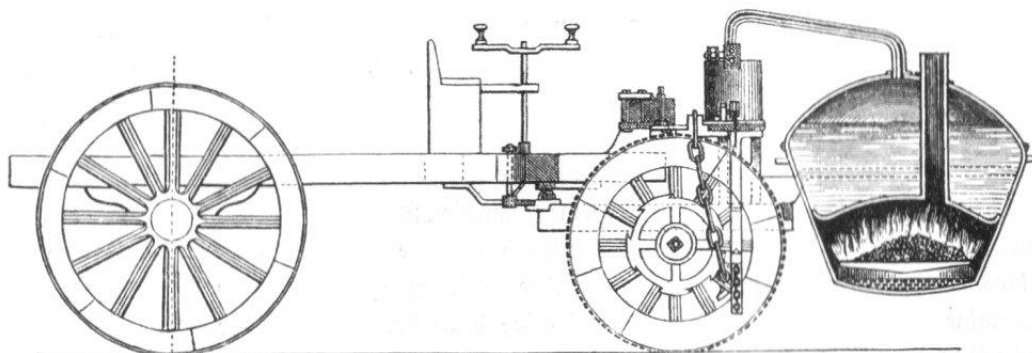
Obr. 123 Papinův stroj na zvedání pístu pomocí páry (1690)



Obr. 124 Newcomenův stroj na čerpání vody z dolů.(1712)

Obr. 125 Cugnotův vynález.

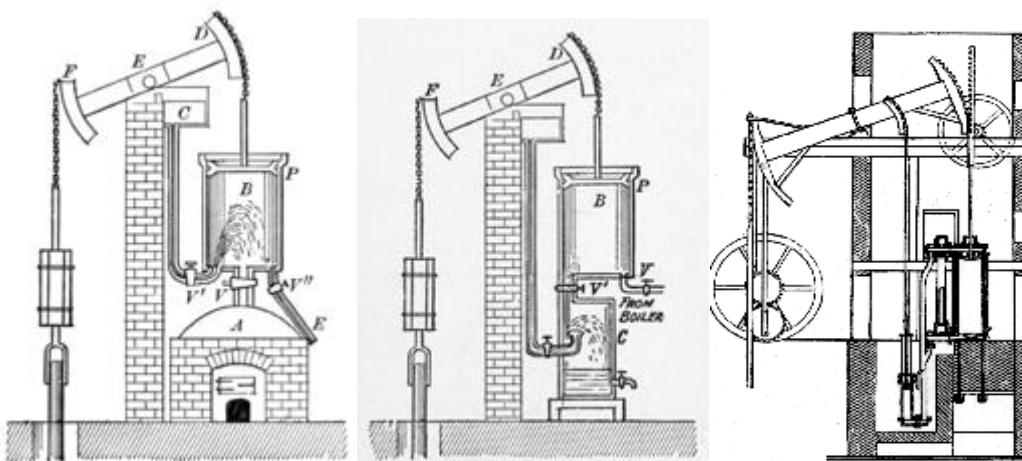
Vůz určený k tažení děl poháněný dvouválcovým parním strojem.



1770 – Cugnotův vůz – tříkolka pohybující se pomocí ozubeného věnce na kole, do kterého se opírala západka na pístní tyči parního motoru. Motor pracoval na principu Newcomenova stroje. Vůz měl hmotnost 5 tun a dosahoval rychlosti 5 km/h. Druhý silnější vůz 10 km/h, ten při zkušební jízdě naboural do zdi a zapsal se do dějin, jako první vůz který způsobil první autonehodu. Brzy nato byl jeho vývoj, po změně ministra, zastaven.

Uplynulo dalších 30 let, než se začaly objevovat kočáry poháněné párou. A to převážně ve Velké Británii, kde tehdejší technika spolu s pokroky v metalurgii umožňovala vyspělejší konstrukci a opracování nezbytných pístů a válců. Mezitím J. Watt parní motor zdokonalil.

1781 - první parní stroj schopný točit koly – vynález Jamese Watta

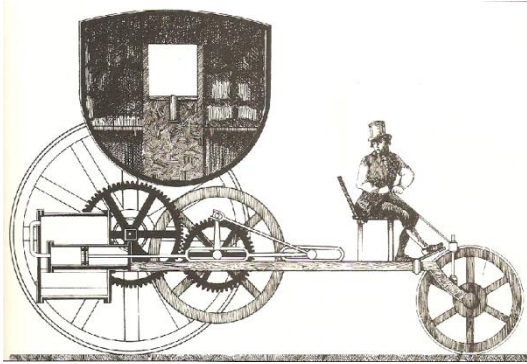


Obr. 126 a 127. Roku 1765 James Watt zdokonalil Newcomenův parní stroj (obr. vlevo) oddělením systému ochlazování páry.

Obr. 128. Roku 1781 James Watt použil převod na rotační pohyb pomocí planetového soukolí a zavedl setrvačnick.

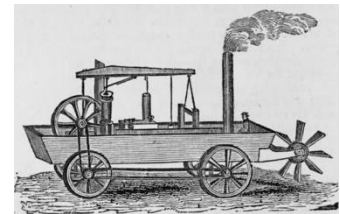
Zlepšením parního stroje vytvořil James Watt univerzální pohon.

1801 – Trevithickův vůz – parovůz s obrovskými hnacími koly, poháněný vysokotlakým parním motorem (Trevithickův vynález patentovaný 1802). Přední kola byla otočná pomocí kormidelní páky. Dosahoval rychlost 15 km/h.



Obr. 129.
Trevithickův vůz. Na obrázku není zachycen agregát s topeništěm

1805 – Oliver Evans, nazývaný „americký Watt sestrojil svůj vysokotlaký parní motor a použil jej pro pohon plavidla s koly určeného pro čištění doků.



Obr. 130 Čistící, plovoucí vůz Olivera Evanse

1815 – Josef Božek představil v Praze čtyřkolový vůz na parní pohon sestrojený kompletně v Čechách podle dokumentace



Obr. 131 Parovůz Josefa Božka z roku 1815

dovezené

z Anglie. Čtyřkolový vůz měl kola otočná i s osou, jako u kočárů. Vůz měl úspěch, ale pan Božek se zadlužil a po nezdařené prezentaci (kvůli silné bouři) v roce 1817 rozhořčen nezdarem, vůz i motor rozbil a již nikdy podobný nevyrobil. A to přesto, že vyráběl a dodával parní stroje pro továrny.

Obr. 132. Parní stroje se vyráběly především pro průmysl. Na obrázku je parní stroj z roku 1817, který byl instalovaný v železárnách M&W Grazebrook, Netherton. (Anglie)



1822 – v Berlíně zavedli městskou dopravu vícemístnými koněspřežnými kočáry.

1823 – Angličan Samuel Brown sestrojil plynový atmosférický motor. K zažehnutí plynové směsi docházelo pomocí plamínku mimo válec.

1828 – V Anglii jezdí parní drožky pro 6 osob uvnitř vozu a 15 míst je venku na lavičích. Kočár jezdil rychlostí okolo 7,5 km/h a obsluhovali jej dva lidé: řidič a topič.



Obr 133.
Parní
drožka

1830 – V Anglii již jezdilo 26 parních automobilů.

1831- poštovní spojení parním automobilem mezi městy Cheltenham a Gloucester.

1834 – Patentováno odpružení obruče kola (předchůdce pneumatiky). Mezi obruč a loukotě francouzský konstruktér parovozů vkládal plstěnou vložku nasáklou dehtem.

1835 – profesor Sibrandus Stratingh z Holandska sestrojil první elektromobil.

1839 – vynález vulkanizace kaučuku panem Goodyearem. (Nepatentováno)

1845 – první pneumatické oráfování kol sestrojené 1845 Angličanem Thomphosonem (patentováno). Neměl úspěch.

1861 – utlumení rozvoje parních automobilů v Anglii zákonem, nařizujícím, kromě jiných přísných pravidel, že před každým automobilem musí běžet muž s červeným praporkem.

1862 – 1866 – Nicolasu Otto vynalezl první **čtyřdobý spalovací motor**.

1876 – Vozy s obručemi kompletně z pryže.

1885 – Daimler patentoval **pístový spalovací motor na benzín**.

1885 – Karl Benz vyvinul a sestrojil motorovou tříkolku, která je považována za opravdu první automobil tak jak jej dodnes chápeme.

- 1887** – Gottlieb Daimler začal vytvářet automobily.
- 1888** – Pan John Boyd Dunlop vyrobil z kaučukové hadice nafukovací pneumatiku na velociped svého syna.
- 1889** – První automobilová továrna Pamhard a Leveson, Franice. Dnes vyrábí vojenské automobily
- 1890** – André Michelin zakládá továrnu na pneumatiky.
- 1893** – Ve Francii byla zavedena povinná registrace automobilů pomocí očíslovaných tabulek.
- 1894** – Pařížský časopis Le Petit Journal vyhlásil první závod automobilů.
- 1895** – František Křižík vytvořil první elektromobil na území dnešní České republiky.
- 1895** – Pneumatiky Michelin použity na vítězném parovoze v automobilovém závodě vyhlášeném časopisem Le Petit Journal.
- 1897** – Rudolf Diesel. Rakousko, vyrobil první vznětový motor schopný provozu.
- 1897** – První automobil na území dnešní ČR – Präsident, Kopřivnice.
- 1898** – v Kopřivnici vyroben první nákladní automobil.
- 1898** – první motocykl Laurin a Klement.
- 1903** – Henry Ford založil svou továrnu.
- 1904** – USA vyrobily nejvíce automobilů za rok na světě, předešly Francii.
- 1905** – Počátek výroby aut Laurin a Klement.
- 1907** – Pražská továrna (od r. 1910 „Praga“) zahajuje svoji činnost
- 1908** – Zahájena sériová výroba Fordů značky T. Do roku 1927 vyrobeno více než 15 milionů kusů.
- 1923** – Kopřivnická továrna přejmenovaná na jméno TATRA.
- 1924** – Vyroben první nákladní vůz s naftovým motorem.
- 1925** – Závody L&K zapojeny do koncernu Škoda Plzeň.
- 1929** – Paul Galvin vynalezl první autorádio.
- 1936** – V Německu představen automobil určený pro masu - Typ 1, později nazýván Volkswagen Brouk. Celkem vyrobeno přes 21 mil. kusů.
- 1936** – První sériové dieselové osobní auto značky Mercedes 260D;

1951 – Posilovač zařízení, původně vyvinutý pro těžké nákladní automobily, se začal montovat do OA.

1953 – První klimatizace si mohou do svých vozů pořídit Američané.

1953 – Vyrábí se OA s bezpečnostními pásy (vynález z konce 19. stol.).

1959 – Volvo uvádí na trh dnes nejrozšířenější třibodové pásy.

1965 – Britský Jensen FF se stal prvním běžně vyráběným vozem s pohonem na všechny čtyři kola. Japonské Subaru s nimi přišlo začátkem 70. let, Audi uvedlo první quattro v roce 1980.

1973 – pro zájemce poprvé možno koupit airbag ve vozu Oldsmobile Tornado. Evropské prvenství získal Mercedes v roce 1980.

1975 – V Americe se objevily první katalyzátory.

1976 – Volvo, začíná montovat se řízený katalyzátor s lambda sondou.

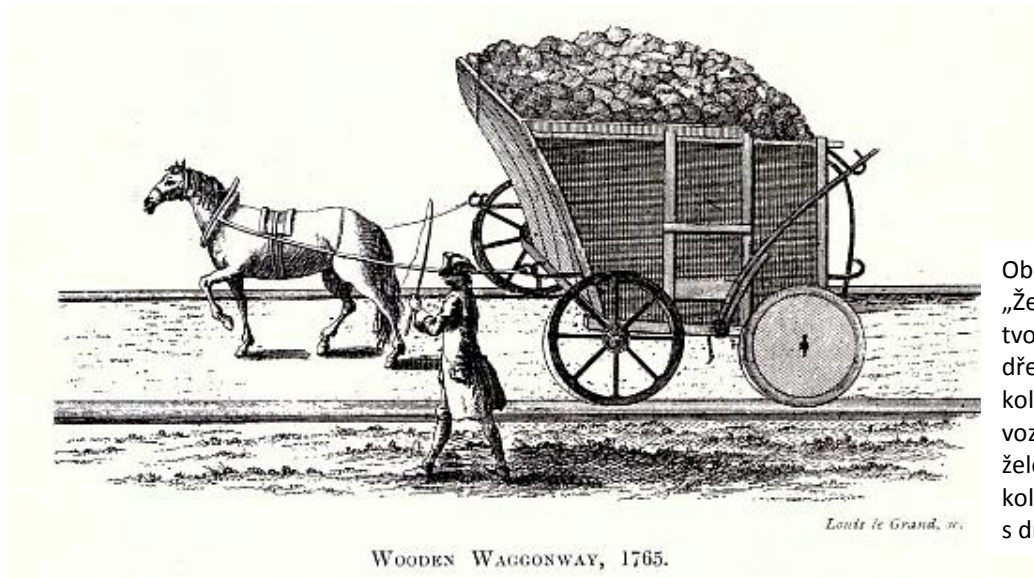
1978 – firma Bosch přichází po deseti letech vývoje s ABS.

1997 – První hybridní automobil, japonský Toyota Prius.

4.3.3 ŽELEZNICE

1550 první tzv. Horse-drawn wagonways v Evropě (Německo). Wagonways usnadnily přepravu rudy v dolech pomocí primitivních dřevěných lišt jako kolejí,

1604 železnice (Wollaton Wagonway) – 2 míle (spojující doly)



Obr. 134 „Železnice“ tvořená dřevěnými kolejemi a vozem se železnými koly s drážkou.

1767 první železné kolejnice (Anglie) pro koňskou dráhu do dolů.

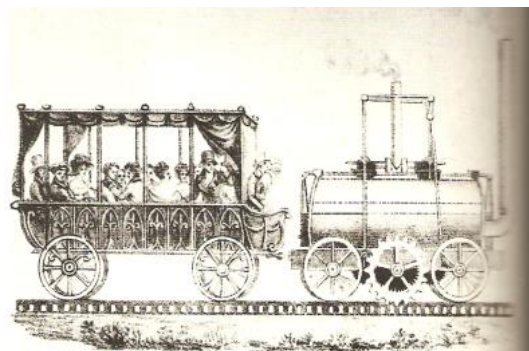
1781 první parní stroj schopný točit koly – vynález Jamese Watta.

Bezprostřední význam pro vývoj motorových vozidel měly až vysokotlaké parní stroje amerického konstruktéra Ewanse (1805)

1803 první veřejná železnice (jižní Londýn)

1804 první parní lokomotiva na světě postavená Richardem Trevithickem.

1812 ozubnicová železnice Johna Blenkinsopa v uhelném dolu v Middletonu.



Obr. 135. Ozubnicová železnice

1812 první komerční využití parní lokomotivy (Middleton Railways, Leeds)

1813 První lokomotiva George Stephensona (Mylord)

1817 Strojní inženýr Dietrich Uhlhorn vynalezl tachometr.

1820 V Bedlingtonově železárně v Anglii vyrobili první železniční koleje válcováním z kujného železa.

1823 První továrna na lokomotivy (založena Stephensonem)

1825 Stephensonova „Stockton and Darlington Railway“ první parní provoz, nákladní doprava od uhelného dolu k říčnímu přístavu

1829 Závody lokomotiv u Rainhill Trials poblíž Liverpoolu. Vítězí lokomotiva Rocket, George a Roberta Stephensonů. Stanovuje rychlostní rekord 47 km/h (29 mph)

1830 Železnice Liverpool – Manchester. „Liverpool and Manchester Railways“ zahájily první linku železniční osobní dopavy, železniční věk začíná (během deseti let se otevírají do provozu železnice v Německu, na Kubě, Rakousku, Rusku a další)

1832 - první koněspřežná železnice v Evropě: **České Budějovice – Linec**

1832 – New York – první koněspřežná tramvaj.

1832 – V New Yorku uskutečněny první pokusy s podzemní dráhou (metro)

1835 – v Anglii 720 km železnic.
V USA 1500 km, v Německu a Belgii-
první spoje.

1837- první elektrická lokomotiva
vybudovaná Robertem Davidsonem

1839 - první parostrojní železnice
v Rakousku-Uhersku (Viedeň – Břeclav).

1853 – parní tramvajová linka v New Yorku

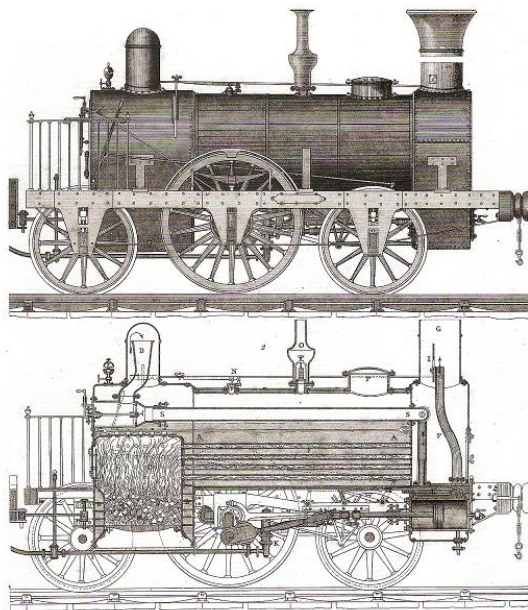
1863 – Otevření parní podzemní dráhy
v Londýně (první metro)

1881 - otevřena první veřejná
elektrická železnice na světě (Německo)

1890 - otevřena první podzemní elektrická dráha na světě (Londýn)

1891 -zahájena stavba 9 313 km dlouhé Trans-sibiřské železnice v Rusku (stavba dokončena v roce 1904)

1903 - první normálně rozchodná elektrifikovaná trať



Obr. 136 Anglická lokomotiva Inglesa z roku 1844

- 1911** - první diesellová lokomotiva v provozu na Prusko-hessenské státní dráze.
- 1918** - vznik Československých státních drah (ČSD)
- 1934** - první diesellový provoz pro osobní dopravu (USA)
- 1938** - v Anglii padl světový rychlostní rekord parní trakce – Mallard (Velká Británie) – 203 km/h
- 1964** - vlak Shinkansen na trati Tokio – Osaka (250 km/h).
- 1979**- představeny vlaky TGV ve Francii, průměrná rychlost 213 km/h
- 1981** -TGV, Paris – Lyon (300 km/h)
- 1987** -světový rychlostní rekord pro diesellovou lokomotivu – 238 km/h (Velká Británie)
- 1990**- ICE, Německo (280 km/h)
- 1994** - zahájení dopravy kamionů po železnici ("RoLa") ČD: Lovosice - Drážďany
- 2007** – nový světový rychlostní rekord pro elektrický vlak TGV ve Francii – 515 km/h, později dokonce 574,8 km/h

Vše v technice a vývoji lidské společnosti je vzájemně provázáno. Jak je vidět na mnoha příkladech. Tak třeba: na přelomu 17. a 18. století stoupala poptávka po železných součástech pro potřeby rozvíjejícího se průmyslu, stavebnictví i potřeby armády. Rostoucí spotřeba kovů zvyšovala poptávku po rudě. Při těžbě kovových rud byla velkým problémem voda v dolech, která se většinou ručně odčerpávala do odvodňovacích kanálů a jak se doly stále prohlubovaly, voda se musela čerpat ze stále větších hloubek. Vhodná doba přála vynálezu odvodňovacího čerpadla Thomase Newcomena. Toto čerpadlo dokázalo čerpat vodu z dolů rychleji a efektivněji. Bylo na parní pohon a mělo velkou spotřebu paliva. Proto bylo předmětem snah vynálezců tuto spotřebu snížit. Problém se podařilo vyřešit vynálezci Jamesi Wattovi. K výrobě kvalitnějšího čerpadla bylo potřeba také kvalitního železa a kvalitní zpracování. Vyvrtání hladké vnitřní stěny válců, tak aby pára neunikala, byl tehdy veliký problém. Shodou okolností byl zaveden přesný způsob vrtání dělových hlavňů, který se dal použít i pro válec parního stroje. V roce 1775 dokončil Watt montáž dvou svých prvních parních strojů: k pohonu dmyhadla vysoké pece a druhý čerpal vodu v uhelných dolech. Díky svému vynálezu kondenzování páry mimo pracovní prostor slavil triumf. Stroje měly o dvě třetiny nižší spotřebu paliva a továrna Boulton & Watt byla zavalena objednávkami. Výrobě parních strojů se později věnovaly i v dalších

dílnách a zaváděly nové přesnější stroje. Parní stroj tak způsobil zkvalitnění dalších odvětví. Rozvoj průmyslu vedl i k rozvoji teorie a věd. Mnohdy nové vynálezy umožnily teoretické zkoumání přírodních zákonitostí, které po dosažení do praxe vedly k dalším objevům a vynálezům a v neposlední řadě k přeměně feudální společnosti ve společnost kapitalistickou a postupnému zkvalitnění života.

4.4 SHRNUTÍ KAPITOLY

Doprava v historii lidstva byla klíčová k rozvoji metalurgie i jiných odvětví výroby a obchodu. Dopravu zboží můžeme vysledovat už u prvních společenstev. Rozvíjela se přes soumary, dvoukolové káry tažené volí, formanské vozy s koňmi, železnici a první automobily až k současnému stavu.

Otázky ke kapitole:

Základem silničních a železničních dopravních prostředků je kolo. Kdy a kde bylo vynalezeno?

Vysvětli, jaké výhody měli dvoukolové vozy, tzv. káry?

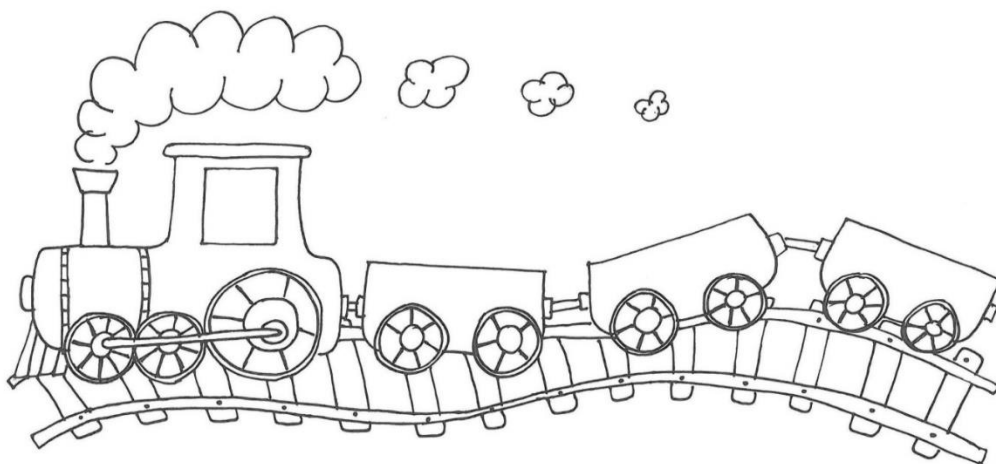
Jakou souvislost můžeme najít mezi válkami a rozvojem dopravy?

V jaké zemi byla vyrobena první lokomotiva?

Kdo a kdy sestrojil první automobil v Čechách?

Co si představíš pod pojmem závod lokomotiv?

Jakou výhodu oproti silniční dopravě má železnice?



5 VLASTNÍ ZKUŠENOSTI S VÝUKOU DĚJIN TECHNIKY

Z důvodu mého pedagogického působení v soukromé základní škole Adélce v Mašovicích, jsem se rozhodl vytvořený text a myšlenku vyučovat techniku v předmětech na základě historických souvislostí ověřit v praxi. V hodinách chemie při probírání výroby oceli dle učebnice jsem s žáky, tak jako obvykle probral učivo, a probral s nimi rovněž kování železa. Přibližně měsíc poté, o letních prázdninách, jsem v rámci tábora „Věda a zábava“ s jinými dětmi probíral historii zpracování a výroby železa a oceli na základě mého textu a praktických činností. S dětmi jsme přinesli jíl, vytvořili cihly. Dále jsme vyrobili dřevěné uhlí, a střelný prach pro těžbu železné rudy. Pec se nám bohužel nepodařilo postavit, ale přesto byly děti činností velmi zaujaté a zajímaly se i o kovářskou výrobu, kterou jim přijel ukázat kovář s polní výhní (fotografie jsou v příloze této práce).

Po 6 měsících, jsem formou dotazníku zjišťoval zapamatované skutečnosti z oboru výroby oceli. Předpoklad: děti, které se zúčastnily letního tábora, si budou z výroby železa a oceli více pamatovat.

5.1 Dotazníková metoda

je způsob písemného kladení otázek a získávání odpovědí. Je určena pro hromadné získávání údajů. Pomocí dotazníku lze získat velké množství informací při malé investici času. Problémem může být návratnost dotazníků. Ideálně by měla být vyšší než 75 %.

Tvorba otázek má velký význam, respondent musí plně pochopit, na co je dotazován. Otázky mohou být uzavřené, otevřené či polouzavřené. Pro snazší hodnocení se lépe hodí otázky uzavřené, dávající přesně ohraničené možnosti odpovědí. Jejich nevýhodou však může být určitá nepřesnost v důsledku omezení odpovědí. (Gavora, 2000).

Dotazník může být strukturovaný, nestrukturovaný, kombinovaný, sociometrický

Požadavky na dotazník ve vědeckém výzkumu:

- náročný na formulaci otázek,
- v návodu je potřeba vysvětlit význam prováděného šetření,
- nesmí být dvojsmyslná formulace otázek,
- otázky nesmí být sugestivní, příliš intimní.

Realizace dotazníku

- výběr výzkumného vzorku respondentů
- sestavování dotazníku
- vyzkoušení
- realizace

5.2 PROVEDENÝ VÝZKUM

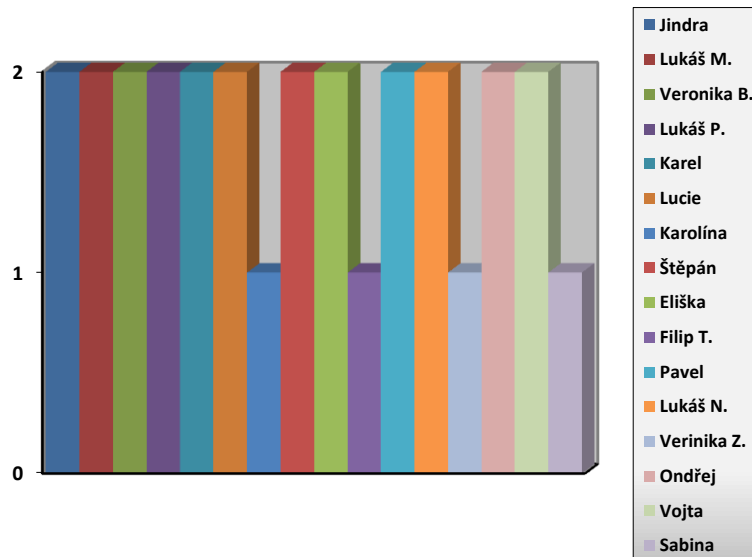
Žákům ZŠ i dětem z tábora jsem formou nestandardizovaného otevřeného dotazníku položil následující otázky.

	Ano	Nevím	Ne
1. Máte rádi techniku?	Ano	Trochu	Ne
2. Učíte se ve škole o technických postupech, výrobě a podobně?	Ano	Někdy	Ne
3. Baví Vás to?	Ano	Trochu	Ne
4. Líbí se vám manuálně vyrábět nějaké předměty?	Ano	Trochu	Ne
5. Víte, jak se provádějí kovářské práce?	Ano,	Trochu	Ne
6. Na kolik stupňů se kovaný předmět ohřívá? (přibližně ve °C)	400	1000	1400
7. Na jakou teplotu musíme zahřát železo, aby se začalo tavit? (přibližně ve °C)	500	1500	2500
8. Víte, co je jíl a co se z něj vyrábí?	Ano	Možná	Ne

Z důvodu zachování anonymity jsou uváděna pouze křestní jména dětí. Z celkem 15 oslovených dětí z tábora jich odpovědělo 8. V grafu jsou první. Ve škole jsem požádal o vyplnění také 8 dětí, které se přihlásili.

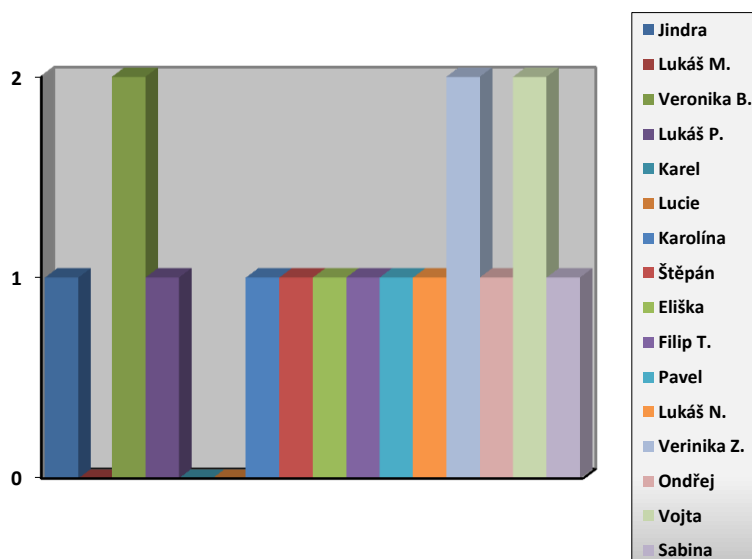
5.2.1 ZPRACOVÁNÍ DOTAZNÍKŮ

1. Otázka: Máte rádi techniku? Odpověď ano =2, trochu=1, ne=0



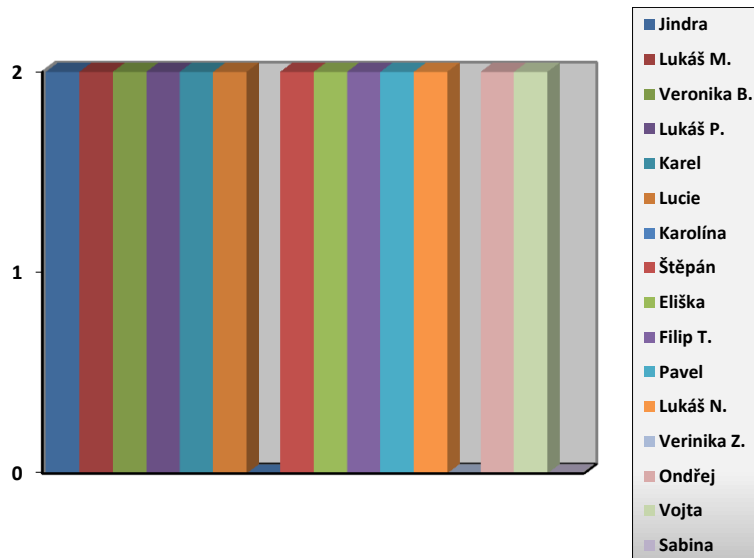
Z odpovědí lze zjistit, že školní děti, mají techniku převážně rádi. Tři ze šesti dívek odpověděli, že jen trochu.

2. Otázka: Učíte se ve škole o technických postupech, výrobě a podobně?
Odpověď ano =2, občas=1, ne=0



3. Otázka: Baví Vás tato výuka (z otázky 2)?

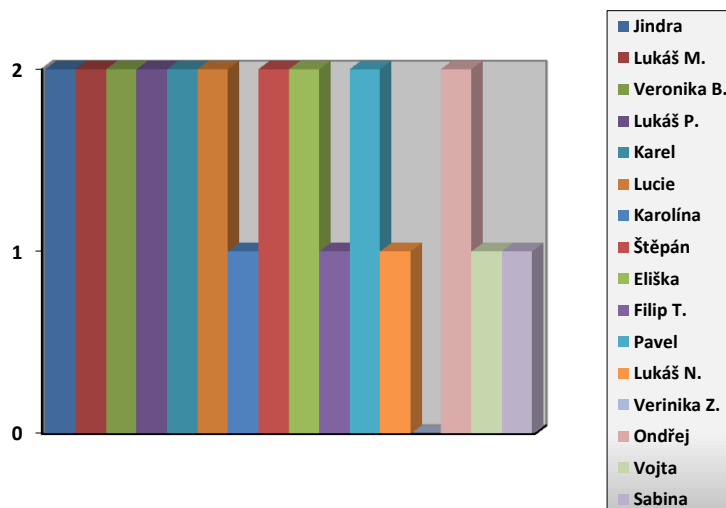
Odpověď ano =2, trochu=1, ne=0



Odpovědi jsou většinou pozitivní. Jen tři děti uvedli, že je výuka o technice nebaví. Nikdo neuvedl možnost „trochu“.

4. Otázka: Líbí se vám manuálně vyrábět nějaké předměty?

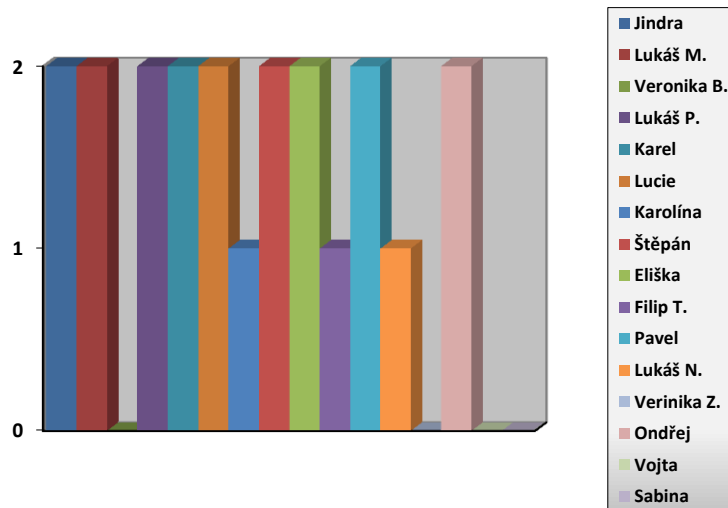
Odpověď ano =2, trochu=1, ne=0



Výroba předmětů se dětem převážně líbí. Pouze Veronika uvedla, že vyrábět předměty se jí nelíbí. V kladných odpovědích je převaha dětí z tábora.

5. Otázka: Víte, jak se provádějí kovářské práce?

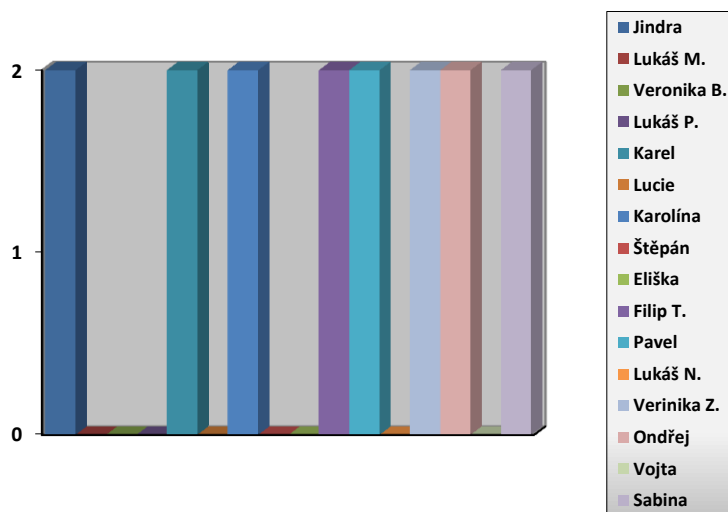
Odpověď ano = 2, přibližně ano = 1, ne = 0



Z tohoto grafu je patrný rozdíl, mezi dětmi, které si kování zkusily (prvních 8) a mezi těmi, které se o tom jen učily ve škole.

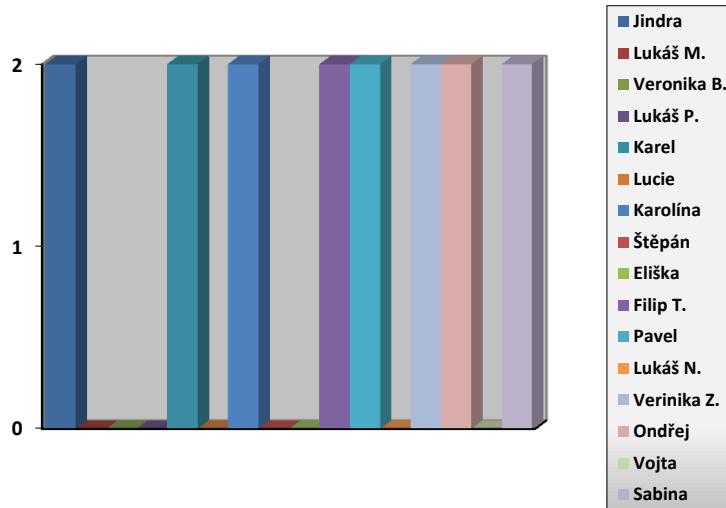
6. Otázka: Víte, na kolik stupňů se kovaný předmět ohřívá? (přibližně ve °C)

Odpověď 1000°C = 2, 500°C = 0, 2000°C = 0



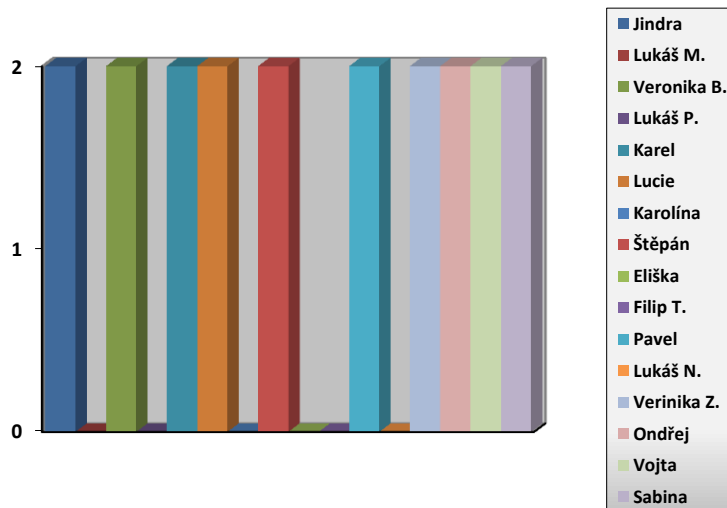
Přibližně polovina dětí uvedla správnou teplotu, přičemž žáci, kteří se učili jen ve škole, jsou mírně v převaze.

7. Otázka: Na jakou teplotu musíme zahřát železo, aby se začalo tavit? (přibližně ve °C). Odpověď 1000°C = 0, 1500°C = 2, 2000°C = 0



I v této otázce je vidět převaha dětí, které se učily pouze ve škole

- Otázka: Víte, co je jíl a co se z něj vyrábí? Ano, vím = 2. Ano, trochu = 1, ne = 0



Odpovědi na znalost jílu jsou u obou skupin vyrovnané. Je zajímavé, že děti, které s jílem pracovaly, si nevzpomněly co to je.

5.2.2 VYHODNOCENÍ ŠETŘENÍ

Z vyhodnocení dotazníkového šetření nelze vyvodit žádný jednoznačný závěr. Předpoklad, že děti, které se zúčastnily tábora a s materiály manuálně pracovaly, si budou více pamatovat, se nepotvrdil. Odpovědi byly víceméně vyvážené a bylo by zřejmě potřeba více respondentů k nalezení rozdílů. Nicméně z odpovědí na první otázky, ohledně oblíbenosti techniky jednoznačně vyplývá, že školní děti mají techniku rádi. Neoblíbenost technických předmětů bude zřejmě pramenit z jejich obtížnosti.

ZÁVĚR

Z analýzy učebnic, prostudování mnoha knih i internetových stránek a hlavně po provedené výuce postavené na této práci jsem přesvědčen o možnosti a přínosu vyučování dějin techniky na základních nebo středních školách. Domnívám se, že dějiny techniky mohou být nosnou osou k výuce historie lidstva, protože objevy a vynálezy mnoho vypovídají o společenském zřízení, o svobodě, církvi, i o osvícenství panovníka. Je otázkou, v jakém předmětu by se dějiny techniky mohly vyučovat, zda ve fyzice, dějepisu, či obojím současně nebo v předmětu zcela novém. Zřejmě by bylo vhodné rozdělit výuku dějin lidstva podle zaměření školy. Nebo by bylo možné nechat výběr na studentech, jako například u rozhodnutí o výběru cizího jazyka. Na teoretickou výuku předmětu by měla navazovat praktická část v předmětu technická výchova, jelikož cílem předmětu technická výchova jsou mimo jiné:

- uvědomění si užitečnost poznatků vědy v praktickém životě,
- podpora vztahu žáků k technice,
- zjištění o nutnosti dodržení technologických postupů,
- osvojení si technického myšlení a tak dále.

Dle mé osobní zkušenosti, je pro děti přínosné, provádění praktických činností. Děti je vhodné rozdělit na skupiny po 10-15 členech. Současně s aplikováním základního principu vzdělávání, je potřeba začít s jednoduchými postupy jako je například výroba cihel z jílu, výroba násady na pracovní nářadí, výroba dřevěného uhlí a z něj výroba stělného prachu, výroba másla stloukáním smetany apod. Dle mých poznatků právě tyto ruční práce v dětech rozvíjejí pocit důležitosti pokroku. Současně se získáním dovedností děti získávají pozitivní vztah k praktickým činnostem a technice. V této činnosti nejde o výsledek, ale o pocit dětí, že něco dokáží.

Rozhodně si nedělám ambice měnit zažitou výuku, ale jsem si jist, že pro technicky zaměřené žáky a studenty, by to byla zajímavá alternativa výuky historie, schopná upoutat jejich pozornost a podpořit zájem o technické obory.

RESUMÉ

Diplomová práce pojednává o možnosti výuky dějin techniky v rámci vyučovaných předmětů na základní škole a možném přínosu této výuky pro zlepšení vztahu mládeže k technice. Cílem teoretické části bylo objasnit možné příčiny malého zájmu mládeže o technické obory. Druhou část diplomové práce tvoří návrh učebního textu pro výuku dějin techniky a ověření výuky dle tohoto textu v praxi.

Thesis describes methods of presenting History of technology to the grammar school students and provides guidelines for improving students' interests in technology. The goal of the theoretical part is to explain potential reasons of low interest in technical subjects. Second part proposes learning material and teaching method for presenting History of technology topic and feedback from students based on a survey. Survey results summarize the achievements of this teaching method.

SEZNAM LITERATURY

Aktuální dokument neobsahuje žádné prameny.

- [Ch1] BENEŠ, Pavel, Václav PUMPR a Jiří BANÝR. *Základy praktické chemie: pro 9. ročník základní školy*. 2. vyd. Praha: Fortuna, 2003, 71 s. ISBN 80-716-8880-0.
- [Ch2] *Chemie: Pro 9. roč. zvl. šk.* 1. vyd. Praha: Parta, 1995. ISBN 80-901-7098-6.
- [D1] AUGUSTA, Pavel a František HONZÁK. *Dějiny pravěku a starověkého Orientu*. 2. vyd. Praha: SPL, 1999, 61 s. Učebnice pro základní školy (Sdružení českých producentů učebnic). ISBN 80-862-8703-3.
- [D2] MÜLLER, Oldřich a Jaroslava MÜLLEROVÁ. *Dějepis pro 2. stupeň základní školy praktické*. 1. vyd. Ilustrace Jan Štěpánek. Praha: Parta, 2008, 2 sv. ISBN 978-80-7320-125-8.
- [K1] ASENBAUM, Karl-Heinz. *Historie lidského poznání: velké okamžiky vědy*. 3. vyd. Editor Jörg Meidenbauer. Překlad Ondřej Šanca. Čestlice: Rebo, 2009, 400 s. ISBN 978-80-255-0206-8.
- [K2] PATURI, Felix R. *Kronika techniky*. 1. čes. vyd. Praha: Fortuna Print, 1993, 651 s. Edice Kronik.
- [K3] LILLEY, Samuel. *Stroje a lidé v dějinách*. Praha: Orbis n.p., 1973. ISBN 11-038-73.
- [1] UHLÍŘ, Aleš. Pazourek nejen jako pravěká nástrojová surovina. *Archeologie Moravy a Slezska*. Kopřivnice: Česká archeologická společnost, pobočka ČAS pro Moravu a Slezsko, č. 11, s. 95-100.
- [2] ZÍTKA, Petr. Jak na pazourek. In: <http://jaknapazourek.cz/> [online]. 2009 [cit. 2015-03-19]. Dostupné z: <http://jaknapazourek.cz/technika/>
- [3] JÍLEK, Ladislav. Historie hutnických technologií. *Metal*. 2003, č. 03. [cit. 2015-03-19] Dostupné z: http://www.metal2014.com/files/proceedings/metal_03/papers/3.pdf

- [4] Pravěk. In: *Cs.wikipedia.org* [online]. 2015 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Prav%C4%9Bk>
- [5] TYLECOTE, R. *A history of metallurgy*. London: Metals Society, c1976, ix, 182 p. ISBN 09-043-5706-6. Dostupné z: http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCcQFjAA&url=http%3A%2F%2Fm.friendfeed-media.com%2F450c6f3cdc92be9e19ecd285bd7f809a9ae1d4d5&ei=XsjsVOHBL4L9UJefhOAF&usg=AFQjCNE5CtIie6YJ_DI3P07Kz3ywmuepSA&bvm=bv.86475890,d.d24
- [6] SANTONOVÁ, Kate. *Archeologie: odkrytá tajemství minulosti*. Bratislava: Slovart, 2008. ISBN 978-80-7391-144-7.
- [7] SPINDLER, Konrad a Vladimír SALAČ. *Muž z ledovce*. Vyd. 1. Překlad Helena Salačová. Praha: Mladá fronta, 1998, 301 s., [32] s. obr. příloh. Kolumbus, sv. 139. ISBN 80-204-0704-9.
- [8] DOBEŠ, Miroslav. *Měď v eneolitických Čechách*. 1. vyd. Editor Jan Klápště, Zdeněk Měřínský. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Filozofická fakulta, 2013, 153 s. *Dissertationes archaeologicae Brunenses/Pragensesque* (Univerzita Karlova v Praze, Filozofická fakult, 16. ISBN 9788073084769.
- [9] Med. [Http://www.nom.wz.cz/](http://www.nom.wz.cz/) [online]. 2009 [cit. 2015-03-19]. Dostupné z: <http://www.nom.wz.cz/KOVY/Med1.htm>
- [10] Archeologický nález měděné sekery v Srbsku možná přepíše dějiny. *Hospodářské noviny* [online]. 2008, 19. březen [cit. 2015-03-19]. Dostupné z: <http://domaci.ihned.cz/c1-28870870-archeologicky-nalez-medene-sekery-v-srbsku-mozna-prepise-dejiny>
- [11] FRÁNA, Jaroslav, Ondřej CHVOJKA a Marek FIKRLA. Analýzy obsahu chemických prvků nových depotů surové mědi z jižních Čech. *PAMÁTKY ARCHEOLOGICKÉ*.

- 2009, C.[cit. 2015-03-19]. Dostupné z: http://www.arup.cas.cz/wp-content/uploads/2011/02/pa_c_2009_www.pdf
- [12] PETR KORBEL. *Minerály: encyklopedie*. 3. vyd. Čestlice: Rebo, 2007. ISBN 978-807-2346-660.
- [13] *Rudné a uranové hornictví České republiky*. Ostrava: Anagram, 2003, 647 s. ISBN 80-863-3167-9.
- [14] Cín. In: *Wikipedie* [online]. 2009 [cit. 2015-03-19]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/C%C3%ADn>
- [15] Cín. <http://nom.wz.cz/> [online]. 2009 [cit. 2015-03-19]. Dostupné z: <http://nom.wz.cz/KOVY/Cin.htm>
- [16] Bronz. <http://www.metalcentrum.cz> [online]. 2014 [cit. 2015-03-19]. Dostupné z: <http://www.metalcentrum.cz/clanek/bronz/>
- [17] FLODR, Miroslav. *Technologie středověkého zvonářství*. 1. vyd. Brno: UJEP, 1983, 122s.
- [18] Bronz. In: *Cs.wikipedia.org* [online]. 2014 [cit. 2015-03-19]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Bronz>
- [19] VAINERT, Luděk. Důkaz o první bitvě na světě. *Lidovky* [online]. 2007, 18. 1. [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: http://relax.lidovky.cz/dukaz-o-prvni-bitve-na-svete-d1i-veda.aspx?c=A070118_104439_In_veda_fho
- [20] *Časopis ABC*. Praha: Rinigier ČR, 2000, č. 18. ISSN 1213-8991.
- [21] TAJER, Jan. Muzeum Karlovy Vary. [Http://kvmuz.cz/typ/archeologie/medene-a-bronzove-predmety](http://kvmuz.cz/typ/archeologie/medene-a-bronzove-predmety) [online]. 2011 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <http://kvmuz.cz/>
- [22] Bohaté zásoby lithia pod českým Cínovcem přilákaly Australany, In: *E15.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <http://zpravy.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/bohate-zasoby-lithia-pod-ceskym-cinovcem-prilakaly-australany-1157022>
- [23] *Studium růstu whiskeru*. Praha, 2014. Diplomová. ČVUT.

- [24] KŘÍŽ, A. Popis nových strukturních fází a jejich vliv na vlastnosti cínové kompozice stanit. In *Metal 2006*. Ostrava: Tanger, 2006. s. 1-8. ISBN: 80-86840-18-2
- [25] Přísně střežené tajemství ocelového bronzu. *Www.valka-revue.cz* [online]. 2014, č. 10 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <http://www.valka-revue.cz/prisne-strezene-tajemstvi-oceloveho-bronzu>
- [26] Chetité. <https://www.egyptologie.cz> [online]. 2010, č. 1 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <https://www.egyptologie.cz/1645/chetite/>
- [27] Výroba železa. In: [Http://geologie.vsb.cz](http://geologie.vsb.cz) [online]. 2007 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: http://geologie.vsb.cz/loziska/suroviny/vyroba_zeleza.html
- [28] TALL, Dominik. Železné rudy. *Www.starahut.com* [online]. 2010, [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: www.starahut.com/Clanky/Rudy.pdf
- [29] Přímá výroba železa - popis a princip procesu. *Www.starahut.com* [online]. 2010, [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: www.starahut.com/Clanky/Tavba_popis.pdf
- [30] Výroba železa [online]. 2010 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://www.sebranice.cz/remesla/index.php?nid=4744&lid=cs&oid=2167478>
- [31] PLEINER, Radomír. *Iron in archaeology*. Praha: Archeologický ústav AVČR, 2000, xii, 400 p. ISBN 8086124266
- [32] SOCHROVÁ, Marie. *Dějepis v kostce I: Pravěk. Starověk. Středověk*. 2. vyd. Havlíčkův Brod: Fragment, 1999, 159 s. ISBN 80-7200-336-4.
- [33] Pazourek nejen jako pravěká nástrojová surovina. [Http://neviditelnypes.lidovky.cz/](http://neviditelnypes.lidovky.cz/) [online]. 2011 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: http://neviditelnypes.lidovky.cz/veda-pazourek-nejen-jako-praveka-nastrojova-surovina-pdh-/p_veda.aspx?c=A110525_000021_p_veda_wag
- [34] Měď podklady. *Www.kmt.tul.cz* [online]. 2012 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: www.kmt.tul.cz/edu/podklady_kmt_bakalari/NOM2/MED_podklady.ppt
- [35] Zpracování železa na hamrech. *Abeceda malých vodních pohonů* [online]. 2012 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://mve.energetika.cz/uvod/pudlovna.htm>

- [36] Kultura únětická. REGIONÁLNÍ MUZEUM K. A. POLÁNKA V ŽATCI. *Muzeumzatec.cz* [online]. 2012 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://www.muzeumzatec.cz/kultura-uneticka.html>
- [37] Analýzy_obsahu_chemických_prvků_nových_depotů_surové_mědi_z_jižních_Čech. *Www.academia.edu* [online]. 2008 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: http://www.academia.edu/5926625/Anal%C3%BDzy_obsahu_chemick%C3%BDch_prvk%C5%AF_nov%C3%BDch_depot%C5%AF_surov%C3%A9_m%C4%9Bdi_z_ji%C5%BE%C3%ADch_%C4%8Cech._P%C5%99%C3%ADsp%C4%9Bvek_k_metalurgii_star%C5%A1%C3%AD_doby_bronzov%C3%A9._Chemical_composition_analyses_of_new_raw_copper_hoards_from_South_Bohemia._A_contribution_to_the_metallurgy_of_the_Early_Bronze_Age
- [38] PATOČKA, Václav. *Plachty objevují svět*. 1. vyd. Praha: Albatros, 1983, 206 s. ISBN 13-835-87.
- [39] OCHOA, George a Melinda COREY. *Dějiny v datech - věda*. Vyd. 1. Překlad Jaroslav Kovanda. Praha: Knižní klub, 2000, 362 s. ISBN 80-728-1049-9.
- [40] Siemens-Martinova pec. In: *En.wikipedia.org* [online]. 2015 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Open_hearth_furnace
- [41] HOVORKA, František. *Technologie chemických látek*. vyd. 1. Praha: VŠCHT, 2005, 180 s. ISBN 80-708-0588-9.
- [42] *Hornictví* [online]. 2010 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://www.hornictvi.info/prirucka/prirucka.htm>
- [43] Postup výroby v Kyslíkovém konvertoru: In *Učíme v prostoru* [online]. 2010 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: http://uvp3d.cz/drtic/?page_id=2542
- [44] Výroba oceli v kyslíkových konvertorech a odlévání.[online]. [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.hornictvi.info/prirucka/zprac/ocel/ocel.htm>
- [45] ŠENBERGER, Jaroslav a Antonín ZÁDĚRA. Metalurgie oceli na odlitky. *Metalurgie oceli* [online]. 2011 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://metalurgie-oceli.webz.cz/>
- [46] <http://www.ped.muni.cz/wchem/sm/hc/hist/default.htm>

- [47] Stroje a zařízení. *Http://eamos.pf.jcu.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-04-02].
Dostupné z:
http://eamos.pf.jcu.cz/amos/kat_fyz/modules/low/kurz_text.php?id_kap=1&kod_kurzu=kat_fyz_7356
- [48] *Pojem mechanizace*. Slovník cizích slov.
URL: <<http://slovník-cizich-slov.abz.cz/web.php/slovo/mechanizace-mechanisace>> [cit. 2015-02-21]
- [49] *Automatizace, vznik, vývoj a historie*. Katedra technické a informační výchovy Univerzity Palackého v Olomouci.
URL:<<http://www.kteiv.upol.cz/uploads/soubory/serafin/mechatronika/3-Automatizace.ppt>> [cit. 2015-02-21]
- [50] *Automatizace výrobních strojů a zařízení*. České vysoké učení technické v Praze.
URL: <http://www3.fs.cvut.cz/web/fileadmin/documents/12135-VSZ/download/obor_stud/VSZ_-_2351054/VSZ_-_Priprava.pdf> [cit. 2015-02-21]
- [51] *Henry Ford*. Euroekonom – ekonomický portál.
URL: <<http://www.euroekonom.cz/osobnosti-clanky.php?type=jz-ford>> [cit. 2015-02-21]
- [52] *Automatizace a robotizace I*. Střední průmyslová škola strojírenská Kolín.
URL:<http://www.sps-ko.cz!/podklady/ARO_prorok/Automatizace%20výrobn%C3%ADch%20procesů.pdf> [cit. 2015-02-21]
- [53] SEMERÁD, J. *Konstrukční varianty posuvu stolu: Bakalářská práce*. Plzeň: Západočeská Univerzita v Plzni, 2012.
- [54] MERENDA, J. *Automatizace ve výrobních provozech: Bakalářská práce*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2009.
- [55] [Obr. 89] LILLEY, Samuel. *Stroje a lidé v dějinách*. Praha: Orbis n.p., 1973. ISBN 11-038-73.

- [56] *Malé dějiny soustruhu.*
URL:<http://www.spstr.pilsedu.cz/osobnistranky/josef_gruber/clanky/soustr.pdf> [cit. 2015-02-21]
- [57] *Vývoj NC a CNC strojů.*
URL: <<http://sstzr.cz/download/cat1/ucebnicecnc.pdf>> [cit. 2015-02-21]
- [58] MUSIL, Jiří F. *Po stezkách k dálnicím.* Brno: NADAS, 1987. ISBN 31-018-86.

SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK, GRAFŮ A DIAGRAMŮ**Nenalezena položka seznamu obrázků.**

[Obr. 1] Pazourek: Solid Roch Ranch [online]. 2012 [cit. 2015- 03-23]. Dostupné z :
<http://solidrockhomestead.com/KentuckyBlueFlint/Kentucky-Blue-Flint-4.png>

[Obr. 2] Sedimenty: Geologie on line. www.geology.cz [online]. 2007

[cit. 2015-03-26]. Dostupné z:

<http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?silicit>

[Obr. 2b] Těžba pazourku: Old.speleo.cz [on line]. 2007 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z:

<http://old.speleo.cz/soubory/speleo/sp8/azpravy.htm>

[Obr. 3] Srp: ZÍTKA, Petr. Jak na pazourek. In: [Http://jaknapazourek.cz/](http://jaknapazourek.cz/) [online]. 2009 [cit. 2015-03-19]. Dostupné z: <http://jaknapazourek.cz/technika/>

[Obr. 4] Pozůstatky po eneolitu v krajině: [Www.breclavskydenik.cz](http://www.breclavskydenik.cz) [online]. 2006 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z:

http://breclavsky.denik.cz/galerie/archeologie_breclavsko_.html?mm=3286874

[Obr. 5] JÍLEK, Ladislav. Historie hutnických technologií. *Metal*. 2003, č. 03.

[cit. 2015- 03- 19] Dostupné z:

http://www.metal2014.com/files/proceedings/metal_03/papers/3.pdf

[Obr. 6] Tabulka měděných předmětů: TYLECOTE, R. *A history of metallurgy*. London: Metals Society, c1976, ix, 182 p. ISBN 09-043-5706-6. Dostupné z:
http://www.sups.info/download/tylecote_historie%20metalurgie.pdf

[Obr. 7] Experimentální tavba pomocí píšťal: Člověk a kov. *Časopis ABC*. Praha: Rinigier ČR, 2000, č. 18. ISSN 1213-8991.

[Obr. 8] Měděná ruda: <http://www.naturshop.cz/upload/>

[catalog/item/big/43000/g0973-14079415701651621840.jpg](http://www.naturshop.cz/upload/catalog/item/big/43000/g0973-14079415701651621840.jpg)

měděná ruda chalkopyrit: <http://ezoterikacarllito.webnode.cz/lecive-kameny/f-i/chalkopyrit/>

Kovelin: http://static.kupindoslike.com/Masivni-kovelin-sa-halkobinom-i-halkopiritom_slika_L_12587733.jpg

[Obr. 9] Malachit:

http://www.angelstarcreations.com/writings/rocks_minerals/mineral_list.htm#malachite

azurit <http://www.minerals.net/mineral/azurite.aspx>

kuprit <http://www.petrstek.estranky.cz/clanky/lokality-cr/beloves-u-nachoda-prehled.html>

Tenorit: PETR KORBEL. *Minerály: encyklopedie*. 3. vyd. Čestlice: Rebo, 2007. ISBN 978-807-2346-660.

[Obr. 10] Chryzokol: http://www.ispavilon.tuke.sk/m_vzorka_tlac.php?id=680

[Obr. 11] Ötzi nářadí: [Http://www.age-of-the-sage.org](http://www.age-of-the-sage.org) [online]. 2012 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: http://www.age-of-the-sage.org/archaeology/otzi_tools.jpg

[Obr. 12] Ötzi. www.viewzone.com [online]. 2010 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://www.viewzone.com/oetzi.html>

[Obr. 13] Graf produkce mědi: Copper. In: Cs.wikipedia.org [online]. 2013 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f9/Copper_-_world_production_trend.svg

[Obr. 14] Mapa obchodních cest:

Metallurgical diffusion. In: Cs.wikipedia.org [online]. 2008 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Doba_bronzov%C3%A1#mediaviewer/File:Metallurgical_diffusion.png

- [Obr. 15] Hřivny: Brozová hřivny. *Hofmannovy cesty* [online]. 2009 [cit. 2015-03-26].
Dostupné z: http://www.hofmann.estranky.cz/fotoalbum/minerality/oxidy---mineral-kasiterit--cinovec-/doba-bronzova-starsi_bronzove-hrivny.-.html
- [Obr. 16] Korálky: Collier de penne. *Wikimedia.org* [online]. 2010 [cit. 2015-03-26].
Dostupné z: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2e/Collier_de_Penne.jpg
- [Obr. 17] Tenentit. In: *Http://www.mineralscollector.com* [online]. 2011 [cit. 2015-03-26].
Dostupné z: http://www.mineralscollector.com/media/catalog/product/cache/4/small_image/240x160/040ec09b1e35df139433887a97daa66f/8/_/8_9.jpg
- [Obr. 18] Kasiterit: MACHÁČEK, Václav. Makrofotografie minerálů. *Kasiterit* [online]. 2009 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://www.vmfoto.nolimit.cz>
<http://www.vmfoto.nolimit.cz/rejstrik-4/k:4>
- [Obr. 19] Křesadlový zámek: *Střelectví* [online]. 2008 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://www.strelectvi.cz/forum/kresaci-kameny-t7467.html>
- [Obr. 20] Kabel: *Ielektra.cz* [online]. 2014 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: http://www.ielektra.cz/fotocache/bigorig/kabel_cysy.png
- [Obr. 21] Plechovka: *Www.dreamstime.com* [online]. 2014 [cit. 2015-03-26].
Dostupné z: <http://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-image-empty-food-tin-can-container-isolated-white-image22484276>
- [Obr. 22] Olovnatá pájka: *Elekroodbyt.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://www.elektroodbyt.cz/obrazek/0ab1aa44-d0dd-4202-b503-865f95c5df08.jpg>
- [Obr. 23] Bezolovnatá pájka: *Electronic on line* [online]. 2014 [cit. 2015-03-26].
Dostupné z: <http://www.soselectronic.cz/?str=1643&article=stannol-pajka-kristall-511- nezaspini-vasi-dps>

- [Obr. 24] Kompozice: Popis nových strukturních fází a jejich vliv na vlastnosti kompozice. *Www.ateam.zcu.cz* [online]. 2013 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: http://www.ateam.zcu.cz/kriz_prez_metal06_1.pdf
- [Obr. 25] Bronz: Spojené slévárny [online]. 2014 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://www.spojeneslevarny.cz/editor/images/bronz-1-full.jpg>
- [Obr. 26] Bronz: Spojené slévárny [online]. 2014 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: http://www.spojeneslevarny.cz/editor/images/med_3_full.jpg
- [Obr. 27] Dělovina, bronz. *Cs.wikipedia.org* [online]. 2012 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Bronz#/media/File:Canones_Invalidos.JPG
- [Obr. 28] Zvonovina, bronz: Pasovští mistři odlili nové zvony pro hostýnskou baziliku. *Česká televize* [online]. 2012 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/regiony/171032-pasovsti-mistri-odlili-nove-zvony-pro-hostynskou-baziliku/?mobileRedirect=off>
- [Obr. 29] Struna, bronz: *Cs.wikipedia.org* [online]. 2012 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Bronz#/media/File:Phosphorbronzeguitarstring.jpg>
- [Obr. 30] Tabulka: *Bronz* [online]. 2014 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://www.spojeneslevarny.cz/bronzove-odlitky.php>
- [Obr. 31] Dělo: Přísně střežené tajemství ocelového bronzu. *Www.valka-revue.cz* [online]. 2014, č. 10 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <http://www.valka-revue.cz/prisne-strezene-tajemstvi-oceloveho-bronzu>
- [Obr. 32] Mapa1: Chetitě. *Https://www.egyptologie.cz* [online]. 2010, č. 1 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <https://www.egyptologie.cz/1645/chetite/>
- www.egyptologie.cz* [online]. 2010, č. 1 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <https://www.egyptologie.cz/1645/chetite/>
- [Obr. 33] Mapa2 Malá Asie: *Ancient Near East* [online]. 2010 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://www.biblestudy.org/maps/ancient-near-east-empires.html>

- [Obr. 34] Železná sekera: In: [Http://geologie.vsb.cz](http://geologie.vsb.cz) [online]. 2007 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: http://geologie.vsb.cz/loziska/suroviny/vyroba_zeleza.html
- [Obr. 35] Tabulka železných rud: In: [Http://geologie.vsb.cz](http://geologie.vsb.cz) [online]. 2007 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: http://geologie.vsb.cz/loziska/suroviny/vyroba_zeleza.html
- [Obr. 36] Železné rudy: [Kchtul.cz](http://www.slideshare.net/kchtul) [online]. 2012 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://www.slideshare.net/kchtul/che-rudy-kovu>
- [Obr. 37] Horníci starý obr: [Josefov.xf.cz](http://josefov.xf.cz) [online]. 2014 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://josefov.xf.cz/20/22.jpg>
- [Obr. 38] Mělká tavba železa: TYLECOTE, R. *A history of metallurgy*. London: Metals Society, c1976, ix, 182 p. ISBN 09-043-5706-6. Dostupné z: http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCcQFjAA&url=http%3A%2F%2Fm.friendfeed-media.com%2F450c6f3cdc92be9e19ecd285bd7f809a9ae1d4d5&ei=XsjsVOHBL4L9UJefhOAF&usg=AFQjCNE5CtIie6YJ_DI3P07Kz3ywmuepSA&bvm=bv.86475890,d.d24
- [Obr. 39] Náskres šachtové pece: PLEINER, Radomír. *Iron in archaeology*. Praha: Archeologický ústav AVČR, 2000, xii, 400 p. ISBN 8086124266.
- [Obr. 40] Experimentální tavba: Výroba železa [online]. 2010 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://www.sebranice.cz/remesla/index.php?nid=4744&lid=cs&oid=2167478>
- [Obr. 41] Železo [online]. 2010 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://curiavitkov.cz/prace51.html>
- [Obr. 42] autor
- [Obr. 43] Graf Fe-Fe₃C : Rovnovážný diagram Fe-Fe₃C. <http://www.keywordpicture.com> [online]. 2013 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: [http://mbm.erciyes.edu.tr/dosyalar/resimler/Fe-Fe₃C_Carbon_Diagram.jpg](http://mbm.erciyes.edu.tr/dosyalar/resimler/Fe-Fe3C_Carbon_Diagram.jpg)
- [Obr. 44] Náskres pudlovací pece: ŠKODA, František a Vítězslav HOUŠKA. *Dobrý den, vážení vynálezci*. Olomouc: Panorama, 1988. ISBN 11-108-88.

- [Obr. 45] Diag FeC. *Commons wikimedia* [online]. 2010 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diag_FeC_domaines_acier_fonte_fr.svg?uselang=fr
- [Obr. 46] Graf k pudlování: Puddlage. *Wikipédia* [online]. 2012 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://fr.wikipedia.org/wiki/Puddlage>
- [Obr. 47] Stafford Hamr: Puddlage. *Wikipédia* [online]. 2012 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: http://fr.wikipedia.org/wiki/Puddlage#mediaviewer/File:Staffordshire_helve_Turner.PNG
- [Obr. 48] Rozdělení výroby oceli - graf: autor
- [Obr. 48] Stará *hut'* [online]. 2008 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.starahut.com/>
- [Obr. 49] Graf vzrůstající produkce oceli a litiny: Historie de la production de Acier. *Fr.wikipédia* [online]. 2012 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: http://fr.wikipedia.org/wiki/Histoire_de_la_production_de_l%27acier#mediaviewer/File:Production_fonte_fer_acier_France_G-B.svg
- [Obr. 50] tabulka výšky pecí: TYLECOTE, R. *A history of metallurgy*. London: Metals Society, c1976, ix, 182 p. ISBN 09-043-5706-6. Dostupné z: http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCcQFjAA&url=http%3A%2F%2Fm.friendfeed-media.com%2F450c6f3cdc92be9e19ecd285bd7f809a9ae1d4d5&ei=XsjsVOHBL4L9UJefhOAF&usg=AFQjCNE5Ctlie6YJ_DI3P07Kz3ywmuepSA&bvm=bv.86475890,d.d24
- [Obr. 51] Vysoká pec Kladno: Kladno. *Hornictví* [online]. 2009 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://www.hornictvi.info/techpam/kladno/233.jpg>
- [Obr. 52] Schéma vysoké pece: ZAHRADNÍK, Igor. *Výroba surového železa a oceli*. 2009. [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://theses.cz/id/fpdckm/79965-294759569.pdf>

- [Obr. 53] Bessemerův konvertor: Výroba železa. In: [Http://geologie.vsb.cz](http://geologie.vsb.cz) [online]. 2007 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://geologie.vsb.cz/loziska/suroviny/zelezo/vzkonv.jpg>
- [Obr. 54] Graf růstu produkce 1800-1870: In <Http://de.academic.ru> [online]. 2012 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://de.academic.ru/dic.nsf/dewiki/479881>
- [Obr. 55] Cena litiny a oceli graf: : In <americanhistory.unomaha.edu> [online]. 2012 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: http://americanhistory.unomaha.edu/module_files/iron_and_steel_rail_price.jpg
- [Obr. 56] Siemens-Martinova pec: In <daviddarling.info> [online]. 2010 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: http://www.daviddarling.info/encyclopedia/S/Siemens-Martin_open-hearth_process.html
- [Obr. 57] Siemens-Martinova pec, náčrtek stavby: In <En.wikipedia.org>[online]. 2010 [cit. 2015-03-22] Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Open_hearth_furnace
- [Obr. 58] Siemens-Martinova pec, princip: In <Www.catedu.es> [online]. 2011 [cit. 2015-03-22] Dostupné z: <http://www.catedu.es/tecnologiautrillas/materiales/web3.htm>
- [Obr. 59] Craf používání různých metod výroby: In <Fr.wikipedia.org> [online]. 2012 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: http://fr.wikipedia.org/wiki/Histoire_de_la_production_de_l%27acier#/media/File:Evolution_convertisseurs.svg
- [Obr. 60] Thomasův konvertor. In: <Strassenkatalog.de> [online]. 2005 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://www.strassenkatalog.de/str/robert-schuman-str-44263-dortmund-hoerde.html>
- [Obr. 61] Thomasův konvertor. In <panoramio.com> [online]. 2011 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://www.panoramio.com/photo/73658504>
- [Obr. 62] Thomasův konvertor v provozu v roce 1941: In <Fr.wikipedia.org> [online]. 2012 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: http://fr.wikipedia.org/wiki/Histoire_de_la_production_de_l%27acier#mediaviewer/File:A_scene_in_a_steel_mill,_Republic_Steel,_Youngstown,_Ohio.jpg

[Obr. 63] Bessemerův konvertor graf: : In Fr.wikipedia.org [online]. 2012 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z:

http://fr.wikipedia.org/wiki/Histoire_de_la_production_de_l%27acier#mediaviewer/File:Affinage_convertisseur_Bessemer.svg

[Obr. 64] Thomasův konvertor graf: : In Fr.wikipedia.org [online]. 2012 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z:

http://fr.wikipedia.org/wiki/Histoire_de_la_production_de_l%27acier#mediaviewer/File:Affinage_convertisseur_Thomas.svg

[Obr. 65] Světová produkce oceli v minulém století: In Archive.treasury.gov.au [online]. 2012 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z:

http://archive.treasury.gov.au/documents/1042/HTML/docshell.asp?URL=02_Resource_commodities.asp

[Obr. 66] Graf produkce oceli, mědi, diamantů: In Data360.org [online]. 2014 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z:

http://www.data360.org/dsg.aspx?Data_Set_Group_Id=822

[Obr. 67] Výroba surového železa: In Aerographite.com [online]. 2012 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z:

<http://aerographite.com/blast-furnace-parts/>

[Obr. 68] Výroba oceli: In Technolog.blog.cz [online]. 2010 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <http://technolog.blog.cz/1112/vyroba-oceli-a-litiny>

[Obr. 69] Graf KK: HOVORKA F.: Technologie chemických látek, str. 117 – 119, VŠCHT Praha 2005, ISBN 80-

[Obr. 70] Postup výroby v Kyslíkovém konvertoru: In Učíme v prostoru [online]. 2010 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: http://uvp3d.cz/drtic/?page_id=2542

[Obr. 71] Výroba železa. In: [Http://geologie.vsb.cz](http://geologie.vsb.cz) [online]. 2007 [cit. 2015-03-21].

Dostupné z: http://geologie.vsb.cz/loziska/suroviny/vyroba_zeleza.html

[Obr. 72] Výroba železa. In: [Http://geologie.vsb.cz](http://geologie.vsb.cz) [online]. 2007 [cit. 2015-03-21].

Dostupné z: http://geologie.vsb.cz/loziska/suroviny/vyroba_zeleza.html

- [Obr. 73] Vítkovické zařízení sekundární metalurgie zajišťuje kvalitu oceli. *Www.prumysl.cz* [online]. 2013 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://www.prumysl.cz/vitkovicke-zarizeni-sekundarni-metalurgie-zajistuje-kvalitu-oceli/>
- [Obr. 74] Tabulka rozdělení oceli. *Www.jhamernik.sweb.cz* [online]. 2013 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: http://jhamernik.sweb.cz/technicke_materialy_soubory/image002.gif
- [Obr. 75] Tabulka rozdělení oceli. *Www.jhamernik.sweb.cz* [online]. 2013 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: http://jhamernik.sweb.cz/technicke_materialy_soubory/image003.gif
- [Obr. 76] Tabulka významných událostí v dějinách zpracování kovů: [3] JÍLEK, Ladislav. Historie hutnických technologií. *Metal*. 2003, č. 03. [cit. 2015-03-19] Dostupné z: http://www.metal2014.com/files/proceedings/metal_03/papers/3.pdf
- [Obr. 77] *Stroj*. Wikipedia. URL: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Stroj>> [cit. 2015-03-21] Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Stroj#/media/File:Brockhaus_and_Efron_Encyclopedic_Dictionary_b2_924-0.jpg
- [Obr. 78] *Automatizace, vznik, vývoj a historie*. Katedra technické a informační výchovy Univerzity Palackého v Olomouci. [cit. 2015-02-21]. Dostupné z: <http://www.kteiv.upol.cz/uploads/soubory/serafin/mechatronika/3-Automatizace.ppt>
- [Obr. 79] Henry Ford. *Cs.wikipedia.org*. [cit. 2015-03-21] Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Henry_Ford
- [Obr. 80] *Linka Henryho Forda*. *Http://www.sportscarnet.wz.cz*. [online] 2005 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://www.sportscarnet.wz.cz/historie.html>
- [Obr. 81] Výrobní stroje minulost vs. Současnost. *Automatizace výrobních strojů a zařízení*. České vysoké učení technické v Praze. 2000 [cit. 2015-02-21] Dostupné z: http://www3.fs.cvut.cz/web/fileadmin/documents/12135-VSZ/download/obor_stud/VSZ_-_2351054/VSZ_-_Priprava.pdf

- [Obr. 82] Horizontální obráběcí centrum. *Automatizace a robotizace I*. Střední průmyslová škola strojírenská Kolín. [cit. 2015-02-21]. Dostupné z: http://www.sps-ko.cz/podklady/ARO_prorok/Automatizace%20výrobn%C3%ADch%20procesů.pdf
- [Obr. 83] Obráběcí centrum. *Automatizace a robotizace I*. Střední průmyslová škola strojírenská Kolín. [cit. 2015-02-21]. Dostupné z: http://www.sps-ko.cz/podklady/ARO_prorok/Automatizace%20výrobn%C3%ADch%20procesů.pdf
- [Obr. 84] Automatizovaná výrobní buňka. *Automatizace a robotizace I*. Střední průmyslová škola strojírenská Kolín. [cit. 2015-02-21]. Dostupné z: http://www.sps-ko.cz/podklady/ARO_prorok/Automatizace%20výrobn%C3%ADch%20procesů.pdf
- [Obr. 85] Buchar na vodním hamru. Elektronická učebnice. [cit. 2015-03-20] Dostupné z: <http://eluc.cz/verejne/lekce/1850>
- [Obr. 86] Pohon vodního hamru. [Www.rafan.net](http://www.rafan.net). [online] 2010 [cit. 2015-02-02] Dostupné z: <http://www.rafan.net/2010/vodni-hamr-dobriv/>
- [Obr. 87] Brahamův hydraulický lis. Technika, která hýbe světem. *TechMagazín: měsíčník pro technické obory, vědu, výzkum, strojírenství, plastikářský a automobilový průmysl, IT a technické školství* [online]. Praha: Tech Media Publishing, 2012, č. 2 [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: <http://www.techmagazin.cz/427>
- [Obr. 87b] Hydraulický lis. PATURI, Felix R. *Kronika techniky*. 1. čes. vyd. Praha: Fortuna Print, 1993, 651 s. Edice Kronik.
- [Obr. 88] Robotizované pracoviště výroby plastových dílů. MERENDA, J. *Automatizace ve výrobních provozech: Bakalářská práce*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2009. Dostupné z: <https://dspace.vutbr.cz/handle/11012/16465> [cit. 2015-02-15]
- [Obr. 89] LILLEY, Samuel. *Stroje a lidé v dějinách*. Praha: Orbis n.p., 1973. ISBN 11-038-73.
- [Obr. 90] Leonardův soustruh: <http://historicgames.com>. [online] 2010 [cit. 2015-02-02] Dostupné z: <http://historicgames.com/lathes/treadle.html>
- [Obr. 91] Maudslay soustruh: Henry Maudslay. *TODAY IN SCIENCE HISTORY* [online]. 1999 [cit. 2015-03-28]. Dostupné z:

http://todayinsci.com/M/Maudslay_Henry/MaudslayHenry-ToolBuilders%281916%29.htm

[Obr. 92] *CAPLINE CN - Automatický lineární uzavírací stroj*. Albertina.

URL: <<http://www.albertina-labelling.com/page-51>> [cit. 2015-02-21]

[Obr. 93] Španělské obráběcí stroje. *MM průmyslové spektrum* [online]. 2007

[cit. 2015-03-28]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/spanske-obrabeci-stroje.html>

[Obr. 94] Revolverová hlava na dvouosém portálovém systému. *SMT Centrum* [online].

2014 [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: <http://www.smtcentrum.cz/osazovani-smd-pomoci-automatu/revolverova-hlava-na-dvouosem-portalovem-systemu>

[Obr. 95] Revolver kopf. *SanTool* [online]. 2015 [cit. 2015-03-28]. Dostupné z:

<http://www.spanntechnik.santool.de/Kopf/Revolverkopf-Typ-A-MK2::2667.html>

[Obr. 96] Robot: galerie Office

[Obr. 97] První plachty: FIRST, Pavel a Václav PATOČKA. *Plachty nad oceány*. 1. vyd.

Praha: SNTL, t. Mír 3, 1972, 117, [1] p. ISBN 04-317-77.

[Obr. 98] První plachty loď 3tis.př. n. l. Pirátské lodě.wz.cz [online].

[cit. 2015-03-28]. Dostupné z: <http://piratskelode.wz.cz/egyptskaobchodni.jpg>

[Obr. 99] Mapa Mezopotámie-Egypt: Blog.msdn.com [online] Dostupné z:

http://blogs.msdn.com/b/tzink/archive/2011/05/10/how_2d00_did_2d00_we_2d00_all_2d00_get_2d00_to_2d00_be_2d00_where_2d00_we_2d00_are_2d00_today_2d00_the_2d00_story_2d00_of_2d00_guns_2d00_germs_2d00_and_2d00_steel.aspx

[Obr. 100] Urská standarta: Ateismus.com [online]. [cit. 2015-03-30]. Dostupné z:

<http://www.ateismus.com/his2/obr23.html>

[Obr. 101] Soumaři:Kohoutikriz.org.[online] [cit. 2015-02-20] 2004, č. 1. Dostupné z:

<http://www.kohoutikriz.org/priloha/fuchs.php>

[Obr. 102] Mapa obchodních cest: MUSIL, Jiří F. *Po stezkách k dálnicím*. Brno: NADAS,

1987. ISBN 31-018-86.

[Obr. 103] Cesty k pyramidám: MUSIL, Jiří F. *Po stezkách k dálnicím*. Brno: NADAS, 1987.

ISBN 31-018-86.

- [Obr. 104] Římská cesta: MERTA, Vladimír. Milenium. *Průvodce historií*. 2004, č. 1.
Dostupné z: <http://www.tisicileti.cz/index.php?clanek=3&menu=005>
- [Obr. 105] Prsní popruh v Číně: MUSIL, Jiří F. *Po stezkách k dálnicím*. Brno: NADAS, 1987.
ISBN 31-018-86.
- [Obr. 106] Ulice v Pompejích: Fotomapy.cz [online]. [cit. 2015-03-20] Dostupné z:
<http://foto.mapy.cz/372733-Pompeje-ulice>
- [Obr. 107] Porovnání postrojů – Asyrský vůz: MUSIL, Jiří F. *Po stezkách k dálnicím*. Brno:
NADAS, 1987. ISBN 31-018-86.
- [Obr. 108] Porovnání postrojů- Formanský vůz: PRAŽÁK, Miloš, Hans ERNI a Karol
KULAŠÍK. *Technika: Člověk přetváří svět*. Praha: Albatros, 1977. ISBN 13-734-77.
- [Obr. 109] Rekonstrukce keltského vozu: MUSIL, Jiří F. *Po stezkách k dálnicím*. Brno:
NADAS, 1987. ISBN 31-018-86.
- [Obr. 110] Hradecká stezka: MUSIL, Jiří F. *Po stezkách k dálnicím*. Brno: NADAS, 1987. ISBN
31-018-86.
- [Obr. 122] Válec tažený koňmi: : MUSIL, Jiří F. *Po stezkách k dálnicím*. Brno: NADAS,
1987. ISBN 31-018-86.
- [Obr. 123] Papinův stroj. Fr.[wikipedia.org](http://fr.wikipedia.org) [online]. 2012 [cit. 2015-03-29]. Dostupné z:
http://fr.wikipedia.org/wiki/Denis_Papin
- [Obr. 124] Newcomenův stroj. Cs.[wikipedia.org](http://cs.wikipedia.org) [online]. 2014 [cit. 2015-03-29].
Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Thomas_Newcomen
- [Obr. 125] Cugnotův vůz. En.[wikipedia.org](http://en.wikipedia.org) [online]. 2015 [cit. 2015-03-29]. Dostupné z:
http://en.wikipedia.org/wiki/Nicolas-Joseph_Cugnot
- [Obr. 126] Newcomenův stroj. ba.[wikipedia.org](http://ba.wikipedia.org) [online]. 2014 [cit. 2015-03-29].
Dostupné z:
https://ba.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B6%D0%B5%D0%B9%D0%BC%D1%81_%D0%A3%D0%B0%D1%82%D1%82
- [Obr. 127] Wattův stroj 1765. Ba.[wikipedia.org](http://ba.wikipedia.org) [online]. 2014 [cit. 2015-03-29].
Dostupné z:
https://ba.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B6%D0%B5%D0%B9%D0%BC%D1%81_%D0%A3%D0%B0%D1%82%D1%82

- [Obr. 128] Wattův stroj 1781: <http://elektrika.cz> [online]. 2015 [cit. 2015-03-29].
Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/watt000102>
- [Obr. 129] Trevithickův vůz. PATURI, Felix R. *Kronika techniky*. 1. čes. vyd. Praha: Fortuna Print, 1993, 651 s. Edice Kronik.
- [Obr. 130] Vůz Evanse. [En.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org) [online]. 2015 [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Oliver_Evans
- [Obr. 131] Parovůz J. Božka. PATURI, Felix R. *Kronika techniky*. 1. čes. vyd. Praha: Fortuna Print, 1993, 651 s. Edice Kronik.
- [Obr. 132] Parní stroj pro železářny. [Http://en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org). [online] 2015.
[cit. 2015-03-29]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Boulton_and_Watt
- [Obr. 133] Parní drožka. [BBC.com](http://www.bbc.com) [online] 2015. [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <http://www.bbc.com/news/uk-england-30777326>
- [Obr. 134] Koněspřežná železnice: <http://gerald-massey.org.uk>[online]. 2014
[cit. 2015-03-29]. Dostupné z:
http://gerald-massey.org.uk/Railway/c01_early_railways.htm
- [Obr. 135] Ozubnicová železnice: PATURI, Felix R. *Kronika techniky*. 1. čes. vyd. Praha: Fortuna Print, 1993, 651 s. Edice Kronik.
- [Obr. 136] ASENBAUM, Karl-Heinz. *Historie lidského poznání: velké okamžiky vědy*. 3. vyd. Editor Jörg Meidenbauer. Překlad Ondřej Šanca. Čestlice: Rebo, 2009, 400 s. ISBN 978-80-255-0206-8.
- [Ob. 137] Vláček. [Http://www.raisova.eu](http://www.raisova.eu) [online]. 2014 [cit. 2015-04-08]. Dostupné z: http://www.raisova.eu/omalovanky_pro_deti.php?p=1
- [Obr. P1] Pont du gard. [Sh.wikipedia.org](http://sh.wikipedia.org) [online]. 2014 [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: http://sh.wikipedia.org/wiki/Pont_du_Gard
- [Obr. P2] Ponte di Tiberio. [Www.turistika.cz](http://www.turistika.cz) [online]. 2013 [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: <http://www.turistika.cz/mista/rimini-tiberiuv-most-ponte-di-tiberio>
- [Obr. P3] Segovia. [Cs.wikipedia.org](http://cs.wikipedia.org) [online]. 2015 [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Segovia>

- [Obr. P4] Roman Bridge Chaves. En.*wikipedia.org* [online]. 2015 [cit. 2015-03-29].
Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Roman_Bridge_%28Chaves%29
- [Obr. P5] ZhaozhouBridge. *Www.at0086.com* [online]. 2015 [cit. 2015-03-29]. Dostupné z:
<http://www.at0086.com/ZhaozhouBridge/>
- [Obr. P6] Precious Belt Bridge. En.*wikipedia.org* [online]. 2014 [cit. 2015-03-29].
Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Precious_Belt_Bridge
- [Obr. P7] Medieval stone bridge Regensburg . *Www.dreamstime.com* [online]. 2015 [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: <http://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-photos-medieval-stone-bridge-regensburg-image19038238>
- [Obr. P8] Ze Sušice do Písku po řece Otavě na kánoi i na kole. *Www.novinky.cz* [online]. 2012 [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: <http://www.novinky.cz/cestovani/tipy-na-vylety/268280-ze-susice-do-pisku-po-rece-otave-na-kanoi-i-na-kole.html>
- [Obr. P9] Monnow Bridge. De.*wikipedia.org* [online]. 2014 [cit. 2015-03-29]. Dostupné z:
http://de.wikipedia.org/wiki/Monnow_Bridge
- [Obr. P10] Sint Servaasburg. En.*wikipedia.org* [online]. 2014 [cit. 2015-03-29]. Dostupné z:
http://en.wikipedia.org/wiki/Sint_Servaasbrug
- [Obr. P11] Sint Servaasburg. Nl.*wikipedia.org* [online]. 2015 [cit. 2015-03-29]. Dostupné z:
http://nl.wikipedia.org/wiki/Sint_Servaasbrug#/media/File:Zicht_op_Het_Bat_en_de_Maasbrug_in_Maastricht_%28toeschrijving_J_de_Beijer,_ca_1740%29.jpg
- [Obr. P12 až P17] autor

PŘÍLOHY**10 NEJSTARŠÍCH, STÁLE FUNKČNÍCH MOSTŮ SVĚTA**

1. Pont du Gard. Římský akvadukt v dnešní Francii dokončen roku 19 př. n. l. Délka 300 metrů. Kamenné bloky nejsou spojené maltou, ale železnými skobami.



(Obr. P1)

2. Římský Tibériův most v Italském Rimini. Rok: 20 n. l. Délka: 70 m. (Obr. P2)
3. Římský Segovijský akvadukt. Země: Španělsko. Rok dokončení: 50 n. l., Délka: 813m (Obr. P3)



(Obr. P2)



(Obr. P3)

4. Římský most v Chaves v Portugalsku z přelomu 1. a 2. Století n. l. Délka: 140 m. (Obr. P4)
5. Most Zhaozhou. Země: Čína, Rok dokončení: 605 n. l., Délka: 50 m. (Obr. P5)



(Obr. P4)



(Obr. P5)

6. Most s názvem „Vzácný opasek“, Země: Čína. Rok dokončení: 816 n. l., délka: 317 m



(Obr. P6)

7. Most přes Dunaj v Regensburgu. Země: Německo. Rok dokončení: 1146. Délka: 310 m. Nejstarší most ve střední Evropě. Sloužil jako vzor pro mnoho dalších staveb po celé Evropě. V roce 1904 měl být stržen, protože bránil lodní dopravě. (Obr. P7)

8. Jelení most. Obr. 118. Země: Česká republika. Rok dokončení: 13. Století, Délka: 110 m (Obr. P8)



(Obr. P7)



(Obr. P8)

Nejstarší funkční český most je přes řeku Otavu v Písku. Zároveň je druhým nejstarším mostem ve střední Evropě. Jihočeši ale ten svůj považují za nejstarší, protože most v Regensburgu byl roku 1784 poškozen povodní a poté kompletně zrekonstruován.

9. Monnow Bridge. Země: Velká Británie. Rok dokončení: 1272 Délka: 40 m



(Obr. P9)

10. Most svatého Servatia. Nizozemí. Rok dokončení: 1280. Délka: 200 m



(Obr. P10)

(Obr. P11) – Původní podoba mostu na obraze z roku 1740



FOTOGRAFIE Z ČINNOSTÍ DĚTÍ



Obr. P12 – Těžba jílu ke stavbě pece



Obr. P13 – Zpracování jílu



Obr. P14 – Výroba střelného prachu, potřebného k urychlení těžby - dle historického postupu výroby.



Obr. P15 – Zkouška kvality střelného prachu.



Obr. P16 – Ukázka kovářské činnosti



Obr. P17 – Ohřev železa na dřevěném uhlí.

VYPLNĚNÉ DOTAZNÍKY

Milé děti, žáci, zákyně. Píši diplomovou práci a potřebuji zjistit a zpracovat Vaše znalosti. Prosím proto o zodpovězení několika otázek v tabulce.

Jméno... *Eliska*

	Vybranou odpověď označte křížkem		
1. Máte rádi techniku?	Ano	Trochu	Ne
1.	X		
2. Učíte se o ní ve škole?	Ano	Občas	Ne
2.		X	
3. Baví vás to? (k otázce č.2)	Ano	Trochu	Ne
3.	X		
4. Líbí se vám manuálně vyrábět nějaké předměty?	Ano	Trochu	Ne
4.	X		
5. Víte, jak se provádí kovářské práce?	Ano	Ne, úplně	Ne
5.	X		
6. Jaká je teplota vhodná ke kování oceli? (přibližně)	300°C	1000°C	1500°C
6.	X		
7. Jaká je teplota tavení oceli? (přibližně)	500°C	1500°C	2000°C
7.	X		
8. Víte, co je jíl a co se z něj vyrábí?	Ano	Ne, úplně	Ne
8.			X

Milé děti, žáci, žákyně. Píši diplomovou práci a potřebuji zjistit a zpracovat Vaše znalosti. Prosím proto o zodpovězení několika otázek v tabulce.

Jméno... FILIP

	Vybranou odpověď označte křížkem		
1. Máte rádi techniku?	Ano	Trochu	Ne
1.		X	
2. Učíte se o ní ve škole?	Ano	Občas	Ne
2.		X	
3. Baví vás to? (k otázce č.2)	Ano	Trochu	Ne
3.	X		
4. Líbí se vám manuálně vyrábět nějaké předměty?	Ano	Trochu	Ne
4.		X	
5. Víte, jak se provádí kovářské práce?	Ano	Ne, úplně	Ne
5.		X	
6. Jaká je teplota vhodná ke kování oceli? (přibližně)	300°C	1000°C	1500°C
6.		X	
7. Jaká je teplota tavení oceli? (přibližně)	500°C	1500°C	2000°C
7.		X	
8. Víte, co je jíl a co se z něj vyrábí?	Ano	Ne, úplně	Ne
8.			X

Milí táborníci, píšou diplomovou práci o výuce techniky na ZŠ. Protože si myslím, že jsme se toho na táborech hodně naučili, rád bych vám položil několik otázek. Nic prosím nehledejte, jde o to, jestli si děti ve škole zapamatují výrazně více, pokud při výuce budou provádět praktické pokusy.

Tak tady jsou ty moje otázky (odpovědi pište prosím hned pod otázky).

Jméno...Jindra.....

	Vybranou odpověď označte křížkem		
1. Máte rádi techniku?	Ano	Trochu	Ne
1.	x		
2. Učíte se o ní ve škole?	Ano	Občas	Ne
2.		x	
3. Baví vás to? (k otázce č.2)	Ano	Trochu	Ne
3.	x		
4. Líbí se vám manuálně vyrábět nějaké předměty?	Ano	Trochu	Ne
4.	x		
5. Víte, jak se provádí kovářské práce?	Ano	Ne, úplně	Ne
5.	x		
6. Jaká je teplota vhodná ke kování oceli? (přibližně)	300°C	1000°C	1500°C
6.		x	
7. Jaká je teplota tavení oceli? (přibližně)	500°C	1500°C	2000°C
7.		x	
8. Víte, co je jíl a co se z něj vyrábí?	Ano	Ne, úplně	Ne
8.	x		

Milí táborníci, píšou diplomovou práci o výuce techniky na ZŠ. Protože si myslím, že jsme se toho na táborech hodně naučili, rád bych vám položil několik otázek. Nic prosím nehledejte, jde o to, jestli si děti ve škole zapamatují výrazně více, pokud při výuce budou provádět praktické pokusy.

Tak tady jsou ty moje otázky (odpovědi pište prosím hned pod otázky).

Jméno ...Karel.....

	Vybranou odpověď označte křížkem		
	Ano	Trochu	Ne
1. Máte rádi techniku?	Ano	Trochu	Ne
1.	x		
2. Učíte se o ní ve škole?	Ano	Občas	Ne
2.			x
3. Baví vás to? (k otázce č.2)	Ano	Trochu	Ne
3.	x		
4. Líbí se vám manuálně vyrábět nějaké předměty?	Ano	Trochu	Ne
4.	x		
5. Víte, jak se provádí kovářské práce?	Ano	Ne, úplně	Ne
5.	x		
6. Jaká je teplota vhodná ke kování oceli? (přibližně)	300°C	1000°C	1500°C
6.		x	
7. Jaká je teplota tavení oceli? (přibližně)	500°C	1500°C	2000°C
7.		x	
8. Víte, co je jíl a co se z něj vyrábí?	Ano	Ne, úplně	Ne
8.	x		

Milí táborníci, píšu diplomovou práci o výuce techniky na ZŠ. Protože si myslím, že jsme se toho na táborech hodně naučili, rád bych vám položil několik otázek. Nic prosím nehledejte, jde o to, jestli si děti ve škole zapamatují výrazně více, pokud při výuce budou provádět praktické pokusy.

Tak tady jsou ty moje otázky (odpovědi pište prosím hned pod otázky).

Jméno ...Karolína.....

	Vybranou odpověď označte křížkem		
1. Máte rádi techniku?	Ano	Trochu	Ne
1.		x	
2. Učíte se o ní ve škole?	Ano	Občas	Ne
2.		x	
3. Baví vás to? (k otázce č.2)	Ano	Trochu	Ne
3.			x
4. Líbí se vám manuálně vyrábět nějaké předměty?	Ano	Trochu	Ne
4.		x	
5. Víte, jak se provádí kovářské práce?	Ano	Ne, úplně	Ne
5.		x	
6. Jaká je teplota vhodná ke kování oceli? (přibližně)	300°C	1000°C	1500°C
6.		x	
7. Jaká je teplota tavení oceli? (přibližně)	500°C	1500°C	2000°C
7.		x	
8. Víte, co je jíl a co se z něj vyrábí?	Ano	Ne, úplně	Ne
8.			x

Milí táborníci, píšou diplomovou práci o výuce techniky na ZŠ. Protože si myslím, že jsme se toho na táborech hodně naučili, rád bych vám položil několik otázek. Nic prosím nehledejte, jde o to, jestli si děti ve škole zapamatují výrazně více, pokud při výuce budou provádět praktické pokusy.

Tak tady jsou ty moje otázky (odpovědi pište prosím hned pod otázky).

Jméno ...Lucie.....

	Vybranou odpověď označte křížkem		
1. Máte rádi techniku?	Ano	Trochu	Ne
1.	x		
2. Učíte se o ní ve škole?	Ano	Občas	Ne
2.			x
3. Baví vás to? (k otázce č.2)	Ano	Trochu	Ne
3.	x		
4. Líbí se vám manuálně vyrábět nějaké předměty?	Ano	Trochu	Ne
4.	x		
5. Víte, jak se provádí kovářské práce?	Ano	Ne, úplně	Ne
5.	x		
6. Jaká je teplota vhodná ke kování oceli? (přibližně)	300°C	1000°C	1500°C
6.			x
7. Jaká je teplota tavení oceli? (přibližně)	500°C	1500°C	2000°C
7.			x
8. Víte, co je jíl a co se z něj vyrábí?	Ano	Ne, úplně	Ne
8.	x		

Milé děti, žáci, žákyně. Píši diplomovou práci a potřebuji zjistit a zpracovat Vaše znalosti. Prosím proto o zodpovězení několika otázek v tabulce.

Jméno..... LUKAŠ

	Vybranou odpověď označte křížkem		
1. Máte rádi techniku?	Ano	Trochu	Ne
1.	X		
2. Učíte se o ní ve škole?	Ano	Občas	Ne
2.		X	
3. Baví vás to? (k otázce č.2)	Ano	Trochu	Ne
3.	X		
4. Líbí se vám manuálně vyrábět nějaké předměty?	Ano	Trochu	Ne
4.		X	
5. Víte, jak se provádí kovářské práce?	Ano	Ne, úplně	Ne
5.		X	
6. Jaká je teplota vhodná ke kování oceli? (přibližně)	300°C	1000°C	1500°C
6.	X		
7. Jaká je teplota tavení oceli? (přibližně)	500°C	1500°C	2000°C
7.			X
8. Víte, co je jíl a co se z něj vyrábí?	Ano	Ne, úplně	Ne
8.			X

Milí táborníci, píšou diplomovou práci o výuce techniky na ZŠ. Protože si myslím, že jsme se toho na táborech hodně naučili, rád bych vám položil několik otázek. Nic prosím nehledejte, jde o to, jestli si děti ve škole zapamatují výrazně více, pokud při výuce budou provádět praktické pokusy.

Tak tady jsou ty moje otázky (odpovědi pište prosím hned pod otázky).

Jméno ...Lukáš P.....

	Vybranou odpověď označte křížkem		
1. Máte rádi techniku?	Ano	Trochu	Ne
1.	x		
2. Učíte se o ní ve škole?	Ano	Občas	Ne
2.		x	
3. Baví vás to? (k otázce č.2)	Ano	Trochu	Ne
3.	x		
4. Líbí se vám manuálně vyrábět nějaké předměty?	Ano	Trochu	Ne
4.	x		
5. Víte, jak se provádí kovářské práce?	Ano	Ne, úplně	Ne
5.	x		
6. Jaká je teplota vhodná ke kování oceli? (přibližně)	300°C	1000°C	1500°C
6.			x
7. Jaká je teplota tavení oceli? (přibližně)	500°C	1500°C	2000°C
7.			x
8. Víte, co je jíl a co se z něj vyrábí?	Ano	Ne, úplně	Ne
8.			x

Milí táborníci, píšou diplomovou práci o výuce techniky na ZŠ. Protože si myslím, že jsme se toho na táborech hodně naučili, rád bych vám položil několik otázek. Nic prosím nehledejte, jde o to, jestli si děti ve škole zapamatují výrazně více, pokud při výuce budou provádět praktické pokusy.

Tak tady jsou ty moje otázky (odpovědi pište prosím hned pod otázky).

Jméno Lukáš.....

	Vybranou odpověď označte křížkem		
	Ano	Trochu	Ne
1. Máte rádi techniku?	Ano	Trochu	Ne
1.	x		
2. Učíte se o ní ve škole?	Ano	Občas	Ne
2.			x
3. Baví vás to? (k otázce č.2)	Ano	Trochu	Ne
3.	x		
4. Líbí se vám manuálně vyrábět nějaké předměty?	Ano	Trochu	Ne
4.	x		
5. Víte, jak se provádí kovářské práce?	Ano	Ne, úplně	Ne
5.	x		
6. Jaká je teplota vhodná ke kování oceli? (přibližně)	300°C	1000°C	1500°C
6.			x
7. Jaká je teplota tavení oceli? (přibližně)	500°C	1500°C	2000°C
7.			x
8. Víte, co je jíl a co se z něj vyrábí?	Ano	Ne, úplně	Ne
8.			x

Milé děti, žáci, žákyně. Píši diplomovou práci a potřebuji zjistit a zpracovat Vaše znalosti. Prosím proto o zodpovězení několika otázek v tabulce.

Jméno... *Čudka*

	Vybranou odpověď označte křížkem		
1. Máte rádi techniku?	Ano	Trochu	Ne
1.	×		
2. Učíte se o ní ve škole?	Ano	Občas	Ne
2.		×	
3. Baví vás to? (k otázce č.2)	Ano	Trochu	Ne
3.	×		
4. Líbí se vám manuálně vyrábět nějaké předměty?	Ano	Trochu	Ne
4.	×		
5. Víte, jak se provádí kovářské práce?	Ano	Ne, úplně	Ne
5.	×		
6. Jaká je teplota vhodná ke kování oceli? (přibližně)	300°C	1000°C	1500°C
6.		×	
7. Jaká je teplota tavení oceli? (přibližně)	500°C	1500°C	2000°C
7.		×	
8. Víte, co je jíl a co se z něj vyrábí?	Ano	Ne, úplně	Ne
8.	×		

Milé děti, žáci, žákyně. Píši diplomovou práci a potřebuji zjistit a zpracovat Vaše znalosti. Prosím proto o zodpovězení několika otázek v tabulce.

Jméno.....*Pavel*.....

	Vybranou odpověď označte křížkem		
	Ano	Trochu	Ne
1. Máte rádi techniku?	Ano	Trochu	Ne
1.	X		
2. Učíte se o ní ve škole?	Ano	Občas	Ne
2.		X	
3. Baví vás to? (k otázce č.2)	Ano	Trochu	Ne
3.	X		
4. Líbí se vám manuálně vyrábět nějaké předměty?	Ano	Trochu	Ne
4.	X		
5. Víte, jak se provádí kovářské práce?	Ano	Ne, úplně	Ne
5.	X		
6. Jaká je teplota vhodná ke kování oceli? (přibližně)	300°C	1000°C	1500°C
6.		X	
7. Jaká je teplota tavení oceli? (přibližně)	500°C	1500°C	2000°C
7.		X	
8. Víte, co je jíl a co se z něj vyrábí?	Ano	Ne, úplně	Ne
8.	X		

Milé děti, žáci, žákyně. Píši diplomovou práci a potřebuji zjistit a zpracovat Vaše znalosti. Prosím proto o zodpovězení několika otázek v tabulce.

Jméno.....*Sabina*.....

	Vybranou odpověď označte křížkem		
	Ano	Trochu	Ne
1. Máte rádi techniku?			
1.		+	
2. Učíte se o ní ve škole?	Ano	Občas	Ne
2.		X	
3. Baví vás to? (k otázce č.2)	Ano	Trochu	Ne
3.			+
4. Líbí se vám manuálně vyrábět nějaké předměty?	Ano	Trochu	Ne
4.		+	
5. Víte, jak se provádí kovářské práce?	Ano	Ne, úplně	Ne
5.			X
6. Jaká je teplota vhodná ke kování oceli? (přibližně)	300°C	1000°C	1500°C
6.		+	
7. Jaká je teplota tavení oceli? (přibližně)	500°C	1500°C	2000°C
7.		+	
8. Víte, co je jíl a co se z něj vyrábí?	Ano	Ne, úplně	Ne
8.		+	

Milí táborníci, píšou diplomovou práci o výuce techniky na ZŠ. Protože si myslím, že jsme se toho na táborech hodně naučili, rád bych vám položil několik otázek. Nic prosím nehledejte, jde o to, jestli si děti ve škole zapamatují výrazně více, pokud při výuce budou provádět praktické pokusy.

Tak tady jsou ty moje otázky (odpovědi pište prosím hned pod otázky).

Jméno ...Štěpán.....

	Vybranou odpověď označte křížkem		
1. Máte rádi techniku?	Ano	Trochu	Ne
1.	x		
2. Učíte se o ní ve škole?	Ano	Občas	Ne
2.		x	
3. Baví vás to? (k otázce č.2)	Ano	Trochu	Ne
3.	x		
4. Líbí se vám manuálně vyrábět nějaké předměty?	Ano	Trochu	Ne
4.	x		
5. Víte, jak se provádí kovářské práce?	Ano	Ne, úplně	Ne
5.	x		
6. Jaká je teplota vhodná ke kování oceli? (přibližně)	300°C	1000°C	1500°C
6.			x
7. Jaká je teplota tavení oceli? (přibližně)	500°C	1500°C	2000°C
7.			x
8. Víte, co je jíl a co se z něj vyrábí?	Ano	Ne, úplně	Ne
8.	x		

Milé děti, žáci, zákyně. Píši diplomovou práci a potřebuji zjistit a zpracovat Vaše znalosti. Prosím proto o zodpovězení několika otázek v tabulce.

Jméno.....*Veronika*.....

	Vybranou odpověď označte křížkem		
	Ano	Trochu	Ne
1. Máte rádi techniku?			
1.		X	
2. Učíte se o ní ve škole?	Ano	Občas	Ne
2.	X		
3. Baví vás to? (k otázce č.2)	Ano	Trochu	Ne
3.			X
4. Líbí se vám manuálně vyrábět nějaké předměty?	Ano	Trochu	Ne
4.			X
5. Víte, jak se provádí kovářské práce?	Ano	Ne, úplně	Ne
5.			X
6. Jaká je teplota vhodná ke kování oceli? (přibližně)	300°C	1000°C	1500°C
6.		X	
7. Jaká je teplota tavení oceli? (přibližně)	500°C	1500°C	2000°C
7.		X	
8. Víte, co je jíl a co se z něj vyrábí?	Ano	Ne, úplně	Ne
8.	X		

Milí táborníci, píšu diplomovou práci o výuce techniky na ZŠ. Protože si myslím, že jsme se toho na táborech hodně naučili, rád bych vám položil několik otázek. Nic prosím nehledejte, jde o to, jestli si děti ve škole zapamatují výrazně více, pokud při výuce budou provádět praktické pokusy.

Tak tady jsou ty moje otázky (odpovědi pište prosím hned pod otázky).

Jméno ...Veronika.....

	Vybranou odpověď označte křížkem		
1. Máte rádi techniku?	Ano	Trochu	Ne
1.	x		
2. Učíte se o ní ve škole?	Ano	Občas	Ne
2.	x		
3. Baví vás to? (k otázce č.2)	Ano	Trochu	Ne
3.	x		
4. Líbí se vám manuálně vyrábět nějaké předměty?	Ano	Trochu	Ne
4.	x		
5. Víte, jak se provádí kovářské práce?	Ano	Ne, úplně	Ne
5.			x
6. Jaká je teplota vhodná ke kování oceli? (přibližně)	300°C	1000°C	1500°C
6.			x
7. Jaká je teplota tavení oceli? (přibližně)	500°C	1500°C	2000°C
7.			x
8. Víte, co je jíl a co se z něj vyrábí?	Ano	Ne, úplně	Ne
8.			x

Milé děti, žáci, žákyně. Píší diplomovou práci a potřebuji zjistit a zpracovat Vaše znalosti. Prosím proto o zodpovězení několika otázek v tabulce.

Jméno... Kojta

	Vybranou odpověď označte křížkem		
1. Máte rádi techniku?	Ano	Trochu	Ne
1.	X		
2. Učíte se o ní ve škole?	Ano	Občas	Ne
2.	X		
3. Baví vás to? (k otázce č.2)	Ano	Trochu	Ne
3.	X		
4. Líbí se vám manuálně vyrábět nějaké předměty?	Ano	Trochu	Ne
4.		X	
5. Víte, jak se provádí kovářské práce?	Ano	Ne, úplně	Ne
5.			X
6. Jaká je teplota vhodná ke kování oceli? (přibližně)	300°C	1000°C	1500°C
6.			X
7. Jaká je teplota tavení oceli? (přibližně)	500°C	1500°C	2000°C
7.			X
8. Víte, co je jíl a co se z něj vyrábí?	Ano	Ne, úplně	Ne
8.	X		