

## Dějiny vědy a techniky II – komentáře (JS 2023)

*Pozn.:* Soubory **obrázkových prezentací** (.ppt) jsou označeny v záhlaví jako **DVT\_II\_...**, komentáře a vysvětlující poznámky k jednotlivým snímkům jsou pro lepší orientaci označeny čísly v závorkách za **zvýrazněnými názvy odstavců**.

### DVT\_II\_6 – prezentace 6. Strojírenství a obrábění kovů

**6.1 – Přírodní zdroje energie** (snímek 2), zejména **voda** nebo **vítr**, byly až do začátku průmyslové revoluce jediné prakticky využitelné síly k **pohonu** všech zařízení (mlýny, hamry, pily, stoupy atd.). Je ovšem zřejmé, že z dříve uvedených důvodů přestávaly rostoucím nárokům tovární výroby stačit a vyhovovat. Člověk se spoléhal na přírodu, neboť **výkon** závisel v obou případech na okolnostech, které nemohl ovlivnit. U **větru** nemohl dělat vůbec nic, pouze **velikost zařízení** se dala přizpůsobit daným podmínkám. **Vodu** uměl přivést na místo potřeby pomocí **náhonů, kanálů a štol**, nebo ji **zadržet** (akumulace) v uměle vybudovaných **nádržích** (tajchy). Takový postup byl nicméně nákladný, zdlouhavý a nespolehlivý.

Proto bylo nezbytné a zcela přirozené, že se vzdělání vědci i praktičtí odborníci snažili nejen zdokonalovat dosavadní pohonná zařízení, ale také vynalézat, sestavovat a zkoušet **hnací stroje**, které by lépe vyhověly novým potřebám. Vzhledem ke staletým zkušenostem stála samozřejmě na prvním místě **energie vody**. S filosofií uplatnění vědeckých poznatků souvisí skutečnost, že se na tomto vývoji podíleli učenci, které dobře známe z dějin **přírodních věd**, zejména **matematiky, geometrie** nebo **fyziky**. Na zdokonalení klasického **vodního kola** tak pracovali např. **D. Bernoulli** nebo **L. Euler**. Se jménem **J. A. Segnera** je spojena **reakční vodní turbína**, která má přímou souvislost s dříve uvedenými pokusy o využití **reakčních účinků páry** už ve **starověku** (Herónova baňka) nebo v raném **novověku** (Newtonův parní vozík).

Kromě **vodního pohonu** různých strojů, továrních zařízení nebo celých průmyslových podniků se vodní síly používalo rovněž k **čerpaní samotné vody**. O vodosloupcových strojích **J. K. Hella** byla řeč výše. Ty využívaly **tlakové vody** jako hnacího média působícího na **píst**, takže přeměňovaly **polohovou energii** vody na **mechanickou práci** (pohon čerpadel). Záslouhou **J. M. Montgolfiera** (mj. jednoho z průkopníků balónového létání) byl na samém konci 18. století sestrojen tzv. **trkač**, bezpístová **pumpa** využívající pouze **tlaku čerpané vody**. **J. K. Hell** inspirovaný zmíněným **Herónem** ovšem v polovině 18. století zkonstruoval také „vzdušné“ **čerpadlo důlních vod**, které pracovalo na principu rozdílu mezi **přetlakem páry** vháněné do uzavřené nádoby a **podtlakem**, který vzniká při její **kondenzaci** po vstříknutí **studené vody**. Důležitým pomocníkem je tu opět normální **atmosférický tlak**.

Nespornou výhodou podobných „bezpístových“ zařízení je konstrukční jednoduchost **bez pohyblivých mechanických součástí** (s výjimkou přepouštěcích **kohoutů** či **ventilů**). Jejich nevýhoda spočívala naopak v tom, že využití **atmosférického tlaku** omezovalo **výšku**, do které bylo možno vodu vytlačit, na necelých **10 metrů**. To samozřejmě značně komplikovalo čerpání vody z dolů, jejichž hloubky běžně dosahovaly **desítek až stovek metrů**. Navíc nepostačoval ani **výkon** těchto zařízení, takže vývoj přirozeně směřoval ke konstrukci **nezávislých mechanických strojů**, které by mohly pohánět **pístové pumpy** nebo jiné **pracovní stroje**.

**6.2 – Hnací a pracovní stroje** (snímky 3 a 4) byly předmětem výzkumu a vývoje většiny předních vědců 17. a 18. století, jako byli **I. Newton**, **Ch. Huygens** nebo **D. Papin**. Tomu se už koncem 17. století podařilo sestrojít **odstředivé čerpadlo**, tedy rotační stroj (bez posuvného pístu). Ten ovšem vyžadoval odpovídající **pohon**, jenž v té době ještě nebyl k dispozici. Proto se Papin, podobně jako třeba **T. Savery**, současně věnoval konstrukci **bezpístových čerpadel**, kterým se tehdy říkalo „**ohnové stroje**“. Kýženého účinku se tu dosahovalo **střídavým vháněním páry** (přetlak) a **studené vody** (podtlak) do dvou **oddělených nádob** se soustavou **přepouštěcích ventilů**. Kromě odčerpávání **důlních vod** se ohňových strojů používalo rovněž k **napájení fontán** v zámeckých zahradách, jak toho využil ruský car **Petr Veliký** (srv. s gigantickým **vodním dílem v Marly** pro zámek **Versailles**).

Nicméně i s pomocí „primitivních“ **vodních kol** bylo možné přecházet od dosavadní **manufaktury** ke strojní výrobě v **továrnách**. Přestože se to zpočátku týkalo hlavně **textilního průmyslu**, zvýšená potřeba pracovních strojů si brzy vyžádala jejich **specializovanou výrobu** ve zvláštních podnicích. První dílny tohoto druhu – **strojírny** – tak často vznikaly při stávajících **textilních továrnách**. Platilo to nejen v rozvinuté **Anglii** či **Francii**, ale také u nás (Liberec, Brno, Praha). **Vodní síla** už pro pohon těchto podniků **nestačila**, obrovské, nákladné a těžkopádné **atmosférické stroje** se rovněž **nehodily**. Skutečný pokrok by mohl přinést pouze **mechanický parní stroj**, který by byl kromě **čerpání vody** schopen pohánět rovněž **obráběcí** či **pracovní stroje** a další zařízení.

Tyto požadavky naplnil teprve **dvojitý parní stroj** se všemi zdokonaleními **J. Watta**, k nimž došlo v posledních třech desetiletích 18. století. **Průmyslová revoluce** tak nastala ve Velké Británii po roce **1780** a trvala zhruba do **půlky následujícího století**. Díky Wattovu parnímu stroji, který se stal všeobecně použitelným **hnacím motorem**, začaly koncem 18. století a hlavně po roce 1800 také vznikat **specializované strojírny** (Boulton & Watt, Murray, Maudslay), jež dokázaly vyrábět **hnací i pracovní stroje** na odpovídající úrovni a za přiměřené náklady. V **českých zemích**, které byly pevnou součástí habsburské monarchie, rámuje **období průmyslové revoluce** zpravidla roky **1800**, kdy vypršela platnost omezujících patentů **J. Watta**, a **1873**, neboť tehdy nastala velká **hospodářská krize** jako následek **krachu na vídeňské burze**.

**6.3 – Obráběcí a zvláštní stroje** (snímek 5) mají nezastupitelnou úlohu při zpracování kovových (příp. dřevěných) součástí v rámci tovární výroby. Právě přesné, tzv. **třískové obrábění kovů** (vrtání, řezání, hoblování nebo broušení) bylo předpokladem **správné funkce a dostatečné účinnosti parních strojů** jako hnacích motorů, resp. **pracovních strojů** jako prostředků k zajištění **dokonalého výrobního procesu**. Také s vývojem na tomto poli jsou spojena známá jména: **J. Smeaton** nebo **J. Wilkinson** pracovali na zdokonalení **vyvrtávačky** pracovních **válců** atmosférických, resp. dvojitých **parních strojů**. Je smutnou, avšak pochopitelnou skutečností, že jejich snaha souvisela s **vrtáním dělových hlavních** pro vojenské účely. Výroba **zbraní** byla ostatně jednou z prvních náplní **hromadné tovární výroby** v Evropě i v Americe.

Stejně jako pro práci se dřevem v truhlářské výrobě je při **obrábění kovů** ve strojírenství nezbytný **soustruh**. Na jeho vývoji a úpravách pro tyto účely se podílel např. **H. Maudslay**. Kromě přechodu od dřevěné ke **kovové konstrukci** spočívá hlavní Maudslayův přínos v tom, že opatřil soustruh tzv. **supportem**, jenž umožnil **bezpečné upevnění a přesné vedení řezného nástroje** (nože) v podélném i příčném směru. Úprava soustruhu pro **řezání závitů** přispěla k usnadnění masové výroby **spojujícího materiálu se závitem** (šroub, matka, svorník), který dosud používáme. Vedle třískového obrábění se ovšem vždycky užívalo také **tváření kováním**, jehož hlavní předností je zhutnění materiálu pro dosažení **větší pevnosti** a zároveň **pružnosti**. Také k pohonu **obráběcích strojů** nebo **kovacích kladiv** (bucharů) se brzy začalo používat **parních strojů**.

Jiným typickým a současně velmi účelným příkladem využití fyzikálních poznatků ve výrobní praxi je **hydraulický lis**, který představil **J. Bramah** na konci 18. století. Konkrétně jde o uplatnění **experimentálně ověřeného zjištění**, že v kapalinách se **tlak šíří všemi směry** stejně. Za pomoci dvou válců s písty o **nestejném průměru a zdvihu** tak můžeme dosáhnout značného tlaku, ať už pomocí **ručního** nebo **strojního pohonu**. Lisováním se potom dají za tepla i za studena **tvarovat** nejrůznější výrobky, **upevňovat** pastorky na hřídele nebo třeba **natahovat** obruče na kola železničních vozidel. Také Bramahova vynálezu dodnes využíváme při konstrukci všech strojů s **hydraulickým ovládním** nebo **pohonem**.

**6.4 – Tepelné motory** (snímky 6–10), k nimž vedle parních strojů patří také motory **spalovací** nebo **výbušné**, se vyvíjely prakticky ve stejné době a také se na tom podílely stejné osoby (mj. **Huygens**, **Papin**). Princip činnosti tepelného motoru spočívá v působení **hnacího média** na píst v uzavřeném prostoru za zvýšeného **tlaku a teploty**. Zatímco u **parního stroje** (atmosférického nebo dvojitého) se **pára** vyvíjí ve zvláštním, **odděleném kotli**, u **spalovacího motoru** vzniká hnací médium hořením **palivové směsi** (střelný prach, líh, plyn) přímo v prostoru **pracovního válce**. Oba způsoby mají své výhody i nevýhody, což vedlo k využití různých typů hnacích strojů podle konkrétního **účelu**, požadovaných **vlastností** nebo možností **provozovatele**.

Vzhledem k tehdejší úrovni technologie, dostupnosti potřebného **paliva** (dřevo, uhlí) a způsobu získávání **hnacího média** dosáhl provozní způsobilosti jako první **jednočinný atmosférický parní stroj**. Myšlenku využití **síly páry** ve válci s pístem dovedl k praktickému využití **D. Papin** pravděpodobně během své spolupráce s **R. Boylem** na půdě **Královské společnosti** v Londýně. Závěry publikoval ve spisu *Acta eruditorum* (Lipsko, 1690). Na jejich základě zhotovil nejdřív model a posléze skutečný, spíše **pokusný atmosférický stroj**, kterým **čerpal vodu z hesenského dolu** (1706). Papinova pokusu se chopil **T. Newcomen** a zakrátko se mu podařilo postavit **funkční, spolehlivý a tudíž prakticky použitelný parní stroj** v anglickém hrabství **West Midlands** (1712). Sloužil pochopitelně opět k **vyčerpání vody** ze zatopeného dolu.

V souvislosti s rozvojem **tovární výroby** pozorujeme samozřejmě trvalou snahu o **využití parní síly pro pohon strojů** a dalších průmyslových zařízení. Kromě **důlních závodů** (těžba uhlí a rud, čerpání vody) se jednalo především o **hutě** nebo **strojírny**. Vědci, inženýři i provozovatelé podniků usilovali v první řadě o zdokonalení těžkopádného atmosférického parního stroje odstraněním jeho četných výše zmíněných nevýhod. Šlo zejména o **hospodárnější provoz**, zmenšení rozměrů, zvýšení **výkonu a spolehlivosti**. Ruský mechanik **Polzunov** sledoval svou konstrukcí **dvouválcového** atmosférického stroje rovnoměrnější chod nezbytný k pohonu vysokopecních **dmychadel**. Výše zmíněný **Smeaton** využil ke zdokonalení tohoto stroje výpočtů založených na vědeckých poznatcích.

Rovněž slavný **James Watt** pracoval jako **strojník** při obsluze **vahadlových strojů** na dolech. Jeho zásadní zásluha spočívá v tom, že provedl podstatné úpravy **Newcomenova** atmosférického stroje. Ve snaze zlepšit **tepelný režim**, a tím dosáhnout větší hospodárnosti provozu, oddělil proces **kondenzace** a přesunul jej z pracovního válce do zvláštního zařízení – **kondenzátoru**, v němž vytvářela podtlak **vývěva** poháněná vahadlem. Navíc přidal **tepelnou izolaci** válce, jehož dvojitým pláštěm procházela **vstupní pára**. Dalším významným krokem byla stavba **dvočinného jednoválcového** stroje, který vykazoval pravidelnější chod. Nicméně i zdokonalené Wattovy parní stroje – jak jednočinné, tak dvočinné – měly **vahadlo**. Za pozornost stojí skutečnost, že převod přímočarého pohybu pístu na rotační musel Watt řešit např. **planetovým soukolím** nebo složitou **pákovou soustavou**, protože **klikový mechanismus** chránil do roku 1800 patent francouzského mechanika **Pickarda**.

Zároveň je však třeba dodat, že také samotný **Watt blokoval řadou patentů** platných do roku 1800 úsilí svých spolupracovníků i dalších techniků o **rychlejší vývoj** parního stroje a jeho využití. Týkalo se to např. uplatnění **parního pohonu v dopravě**, neboť si nechal patentovat mj. **parní vůz**, aniž by se jeho vývojem někdy zabýval. Skutečně masivní rozvoj výroby parních strojů proto nastal až na začátku 19. století. Rozhodujícím faktorem byly tzv. **vysokotlaké stroje**, u kterých **přetlak páry** mnohokrát převýšil **normální atmosférický tlak**. V Anglii se jejich konstrukcí zabýval **R. Trevithick**, v Americe pak **O. Evans**. Vedle vlastní **pracovní části strojů** (válec, píst, převodový mechanismus) se zlepšení týkala i **pomocných zařízení**, jako byly **parní kotle** (skříňové, plamencové, vodotrubné), **kotelní armatury** (tlakoměry, vodoznaky, pojistné ventily) nebo **rozvody páry** (kohoutové, šoupátkové, ventilové).

**6.5 – Doprava a dopravní stavby** (snímky 11–16) zůstávají jedním ze základních předpokladů **rozvoje průmyslu** (surovinové zdroje) i **obchodu** (výměna zboží). Vývoj se při tom zaměřoval dvěma směry: šlo jak o rozvoj různých **druhů dopravy** (pozemní, vodní, vzdušná), resp. s tím spojené budování **dopravních cest** (silnice, kanály, později železnice), tak o **využití parní síly k pohonu dopravních prostředků** (parní vůz, parolod, balón a posléze také lokomotiva). **Pozemní** (silniční) doprava byla sice nejjednodušší, ale zejména s ohledem na přepravu materiálů a zboží nabízela jen **malou kapacitu**. Daleko výkonnější byla v tomto směru **doprava vodní**, ať **námořní** nebo **říční**, která se také mohla opírat o staleté zkušenosti. Problémem **vnitrozemské dopravy** byla poměrně **řádká síť**, nevyhovující **poloha** či nedostatečná **splavnost toků**.

Řešením se stalo budování **kanálů** (průplavů) mezi jednotlivými řekami, vodními plochami (jezera, moře) nebo mezi místy **výroby a spotřeby** (typicky uhlí do továren, výrobky k dalšímu zpracování a využití). Nastalo to v 17. a hlavně 18. století v hospodářsky vyspělých zemích (**Británie, Francie**) a stavitelé se neobešli bez technicky náročných **inženýrských děl** při překonávání **terénních překážek**, resp. **výškových rozdílů**. Samotná plavební dráha probíhala zpravidla v rovině a vyžadovala

kromě velkého objemu **zemních prací** především kvalitní **utěsnění koryta** pomocí jílu či kamenného obkladu. K vyrovnání výškových rozdílů složila tzv. **zdymadla** (plavební komory), často jejich soustavy čítající i desítky stupňů, samozřejmě s **ruční obsluhou**. Kvůli překonávání členitějšího terénu (silnice, vodní toky, údolí, hory, skály) se budovaly tzv. **akvadukty** (s **dřevěným**, později **plechovým korytem**), resp. **tunely**, které razili horníci převážně za použití **ručního náradí**, příp. pomocí **střelného prachu** (Malpas, 1679).

Vzhledem k tehdejším technickým možnostem byly rozměry těchto vodních cest omezené: hloubka kolem **1,5 m**, šířka plavební dráhy, zejména ve zdymadlech nebo na akvaduktech, **do 2 m**. To přirozeně omezovalo také rozměry používaných **plavidel**, nicméně **dřevěné** a později **plechové čluny** tažené zpravidla **koňmi** měly nosnost **desítek tun**, což se nedalo srovnat se **silniční dopravou**. Pokud konkrétní vodní cesta umožňovala stavbu rozměrnějších a tím také kapacitnějších plavidel, nepostačil už jejich **pohon plachtami, vesly** nebo **zvířaty**. Je tedy samozřejmě, že se konstruktéři snažili využít k pohonu lodí **parní síly**, přičemž usilovali o **zmenšení** parního stroje (kotle) při současném zachování potřebného **výkonu**. Další problém znamenal přenos **hnací síly** do vody. Nabízelo se hlavně **koleso** (převrácený **princip vodního kola**, **J. Hull**, 1736), příp. **vrtulové kolo** (lodní šroub, **Bernoulli**, 1752) vycházející ze známého **Archimédova šroubu**. Ojedinele se setkáme také s parním pohonem **vesel** (**Fitch**, 1785) nebo pokusy o **tryskový pohon** (**Ramsey**, 1793), ten je však mnohem náročnější na **provozní otáčky i celkový výkon** zařízení.

Pozemní přeprava se koncem 18. století začala přesouvat ze silnice na perspektivnější **železnici**. Počátky **kolejové dopravy** můžeme pozorovat v dolech nejpozději od raného novověku. Hlavním účelem zřizování speciálně upravených cest (kolejí) bylo **usnadnění dopravy** naložených **důlních vozíků** (huntů), příp. **zvýšení hmotnosti a objemu** vytěženého materiálu. Konstrukce kolejí spočívala zpravidla v kladení podélných **tyčí** nebo **trámů**, později kvůli zpevnění pobíjených **železnými pásy**. K otáčení huntů sloužily **plechové plotny**. Pohon vozíků byl většinou **ruční**, při dostatečném profilu štol **zvířecí**. Síla tažných zvířat se uplatnila také při **šikmé dopravě** materiálu na tzv. **svážnicích** nebo při **svislé dopravě v šachtách** (žentour). Pokud to umožnily přírodní podmínky (blízkost toků, dostatek vody), bylo možno využít k pohonu navíjecích bubnů **vodního kola** (**Frolov**, kol. 1765).

Kolejové dráhy se postupně začaly budovat rovněž v rámci jiných průmyslových **provozů** (typicky hutí), resp. k **přepravě uhlí** a surovin mezi **doly a továrnami**. Konstrukce a trvanlivost železnic závisela na pokrocích v technologickém vývoji. Použití pásového železa a plechu předpokládalo přítomnost **válcoven**, pozdější **litinové kolejnice** pak vyžadovaly patřičně výkonné **slévárny** (**Whiteheaven**, 1738). Proto se také budování kolejových drah zpravidla omezovalo na **průmyslové účely**, ačkoli se jejich délka mnohdy měřila na **kilometry** (míle). Další nevýhoda spočívala v tom, že parní stroj nedospěl v průběhu 18. století do takové úrovně, aby se dal použít k **pohonu** železničních vozidel. Vedle zmíněné **lodní dopravy** tak došlo k využití páry v pozemní dopravě jen zcela ojedinele.

Jistých úspěchů dosáhl pouze francouzský inženýr **N. J. Cugnot**, který v letech 1769–1772 (i přes omezující **Wattovy** patenty) postavil dva hřmotné silniční **parní vozy pro vojenské účely** – měly tahat kanóny. Konstrukce těchto parovozů je dobře známa: dřevěný rám, říditelné přední kolo neslo měděný kotel a **dvouválcový** atmosférický(!) parní stroj. Celý kolos byl obtížně ovladatelný a k jízdě po silnici se příliš nehodil. Důkazem toho budiž **nehoda**, při níž jeden vůz narazil do zdi, čímž byl veškerý vývoj rázně **ukončen**. Přesto můžeme jeden z **originálů** dodnes obdivovat v pařížském muzeu. Jinak se pokusy o **mechanický pohon v silniční dopravě** zpravidla omezily na stavbu **modelů parních vozů**, na nichž se zkoumala dostupná technická řešení (**W. Murdock**, 1784).

Poslední oblastí, kam se ve druhé polovině 18. století zaměřila pozornost vědců i dobrodruhů, byly snahy o ovládnutí **vzduchu**. Kromě přirozené touhy po létání, dosud nepoznaném a snad i po slávě musíme vzít v úvahu praktický význam **vzdušné dopravy**: neomezený prostor umožňuje **provoz všemi směry**, který vyžaduje pouze **malou plochu** upravenou pro **vzlet a přistání**. Na druhé straně jsou tu ovšem četné nevýhody: vysoké **nároky na technické řešení** při konstrukci létajících strojů, podstatné **omezení rozměrů i hmotnosti** přepravovaných **nákladů** (zejména v počátcích) a v poslední řadě **závislost na směru větru**, kterou se podařilo odstranit až vynálezem **říditelných vzducholodí**, resp. **letadel těžších vzduchu**. Pominout nelze ani značné nebezpečí při nehodě.

Nicméně je zřejmé, že pro úspěšné sestrojení létajících strojů **lehčích než vzduch** byly rozhodující vědecké poznatky i technická vyspělost jejich konstruktérů. Bylo potřeba vyrobit dostatečně **pevný a těsný plášť**, který by **udržel plyn a unesl zátěž** (impregnovaný papír, resp. plátno). Nezbytným předpokladem byla také znalost fyzikálních zákonitostí z oboru **aerodynamiky, termodynamiky, mechaniky** nebo **meteorologie**. Konečně muselo být k dispozici dostatečné množství **nosného média**, tj. **plynu** s menší hustotou, než má **vzduch**, aby vznikl potřebný **vztlak**. Vzhledem k tomu, že vývoj probíhal v mnoha oborech a na různých místech současně, byly ve stejném roce (1783) sestrojeny **balóny tří typů** naplněné různými médii: **horkým vzduchem (Montgolfierové), vodíkem (J. A. Charles), resp. svítiplynem (J. P. Minckelers)**.

Horký vzduch se získával **spalováním slámy** na zemi, což vedlo k citelnému omezení trvání letů, jež byly především zpočátku **upoutané**. První vzlety se také odehrávaly **bez posádky**, později se **zvíraty** a teprve po nich následovali **vzduchoplavci** z řad konstruktérů, novinářů nebo odvážných osobností. **Vodík** v té době vyvíjeli chemici působením **kyseliny** na **železné piliny**, přičemž **spotřeba** těchto surovin byla **mimořádná**. **Svítiplyn** vzniká při **výrobě koksu z černého uhlí**. Největší problém spočíval v neustálém **nebezpečí požáru** – buď mohl od **hořící slámy** vzplát papírový obal montgolfiéry, nebo ho mohl způsobit **lehký vodík**, který vytváří se vzdušným **kyslíkem** silně vznětlivou, ba **třaskavou směs**. Výbornou **hořlavinou** je přirozeně také **svítiplyn**.

Navzdory všem rizikům pokračovalo zdokonalování **konstrukce balónů** velmi rychle a počet jejich vzletů narůstal, včetně pokusů o **rekordy**. Zakrátko se **J. P. Blanchardovi** podařilo úspěšně přeletět **lamanšský průliv** mezi Anglií a Francií. Z Francie se **balónové létání** rozšířilo do celé Evropy. Nás může těšit, že Blanchard předvedl jeden z prvních horkovzdušných balónů také v Čechách, a to za účasti hraběte **Šternberka** (1790). Tento nadšený **přírodovědec** si vzal s sebou několik **teploměrů a barometr** jako přístroj pro **měření výšky**. K hromadné přepravě **nákladu a osob** se však balóny příliš nehodily, a nacházejí tak nadále využití hlavně pro **rekreační, sportovní** nebo **vědecké účely**.

Závěrem ještě malá poznámka k dopravním stavbám, jež spojujeme především s pozemní dopravou (silniční a vodní). Jedná se zejména o **silnice**, které známe od starověku. K jejich systematické výstavbě dochází v 17. a 18. století v souvislosti s rozvojem **poštovní sítě** za použití **koněspřežných dostavníků** (diligence), jimiž se s poštou a jinými drobnými zásilkami vozili také **cestující**. Kromě poštovních sloužily silnice i **obchodním, příp. strategickým vojenským účelům**. Nedílnou součástí těchto „liniových“ staveb jsou tzv. **inženýrská díla**, zejména **mosty** nebo **tunely**. Zatímco s tunely se až do období masivního budování **železničních tratí v 19. století** setkáváme jen zřídka, neboť jejich ražení vyžadovalo náročnou práci **horníků** a vysoké **náklady**, **mosty** jsou stále hojnější.

Dřevěné či kamenné mosty se stavěly už ve starověku i ve středověku, ale teprve dostupnost nových materiálů (železo, litina, ocel) a **technologický vývoj** v období **průmyslové revoluce** (železárny, slévárny, válcovny, strojírny) umožnily vznik nových konstrukcí. Novinkou byly tzv. **visuté mosty** stavěné ze **svářkového železa** (**J. Finley**, 1796) s využitím masivních **litinových řetězů** nebo **lehčích ocelových lan** (**W. Hancock**, 1798). Oproti železným mostům s **příhradovou konstrukcí** bylo jejich největší výhodou dosažení mnohem **většího rozpětí** (vzdálenost hlavních pilířů), což umožnilo překonat **větší terénní překážky** (údolí a široké vodní toky). **Řetězové**, později i **lanové visuté mosty** se budovaly rovněž v českých zemích, přičemž jako **stavební materiály** se kromě **kovu** uplatnily také **kámen** (opěry, pilíře) a **dřevo** (mostovka, zábradlí). Jako poslední se u nás dochoval řetězový most ve **Stádleci**, který postavil **V. Lanna** původně přes Vltavu v **Podolsku** (1848).

Unikátním technickým dílem je dochovaný **Schwarzenberský kanál** pro plavení dřeva na **Šumavě**, který byl vybudován na přelomu 18. a 19. století. Když se ve stejné době (znovu) uvažovalo o **propojení Dunaje s Vltavou** umělým průplavem, působil jako ředitel tzv. **hydrotechnické společnosti** inženýr **F. J. Gerstner**. Ten pečlivě proměřil **trasu** a propočítal **náklady** na přepravu **solí**. V porovnání se **silnicí a kanálem** vyšla jako nejvýhodnější řešení **železnice**. Tak vznikla naše **první koněspřežná dráha** z (Českých) **Budějovic** do **Lince** (1832).