

MODUL 5

DOPRAVA, DOPRAVNÍ STAVBY

Náplň modulu: *Pohyb je jedním z charakteristických znaků života. Člověk se ve svých dějinách již záhy začal zabývat otázkou, jak dodat svým nohám křídla. Pohádkový motiv sedmimílových bot, létajícího koberce či okřídlených topánek a klobouku řeckého boha Merkura – to vše bylo člověku snem i příkladem. Cesta skutečnosti byla mnohem delší, vedla od soumara přes vozy, vozy na kolejích k železnici a automobilu. V tomto modulu jsou načrtnuty i dějiny dopravy námořní, stejně jako počátky vzduchoplavby.*

Přínos: *Význam dopravy v naší současnosti a tím více v budoucnosti je naprosto nevystižitelný. Seznámení se se skromnými počátky zde lépe než v jiných oblastech ukáže nejen velikost lidského vynalézavého ducha, ale i onen sám význam této oblasti, která se netýká pouze okruhu odborníků, nýbrž celé generace. Proto je i v muzeích tomuto oboru věnována velká pozornost a má své zasloužené místo i v technických vědomostech.*

Předpokládaná doba studia: *Pro tento modul je nutno vyčlenit tři dvouhodiny.*

Život, pohyb, lokomoce

V počátcích lidského rodu v podstatě člověk nedopravoval nic více, než sama sebe, případně kořist na místo konzumace. Jistou roli tedy hrála znalost terénu, místa kde je možno přejít řeku, stezky zvířete atp. Přirozenými cestami byla koryta potoků. Po agrární revoluci kolem 9. tis. nastává nová situace – začíná společenská dělba práce a s ní související nutnost dopravovat produkty. Dochází ke směně mezi kmeny pasteveckými a zemědělskými a některé suroviny jsou dopravovány na značné vzdálenosti. Například arménský obsidián, černá vulkanická hmota sklovité struktury, byl přepravován 300 až 400 km na jih.

Závažným dopravním přínosem je domestikace zvířat, bez které by ani vynález kola nemohl přijít, resp. nic by neznamenal. K domestikaci zvířat dochází na mnoha místech světa současně kolem 3000 – 2000 ante. Nepochybně nejvýznamnější je v tomto procesu Mezopotámie. Význam dopravy v dějinách neustále stoupá, doprava je při nerovnoměrném výskytu surovin i míst příhodných pro zemědělskou produkci limitujícím článkem ekonomického i technického rozvoje.

Nosič a soumar

Zcela základní a nejjednodušší transfer břemen je založen na lidské síle. Nosiči se uplatňovali v nejširší možné škále využití - od nošení vody a stavebního materiálu, až po dopravu zboží na větší vzdálenosti. V orientálních zemích bylo a je mnoho velkých stavebních i jiných výkonů až dodnes založeno doslova na ramenou nosičů.

Dopravní využití zvířat začíná ovšem tím, že nesou břemeno na hřbetě – takové nesoucí dobytče se nazývá soumar. Kůň např. unese 100-150 kg břemeno a neleká se ani plavání. Na pouštích je to velbloud, 150-200 kg, denní výkon 30-40 km při rychlosti 4-5 km/hod. V sušších územích Středozemního moře převzal roli soumara osel. Unese 60-80 kg, a stejně tak i kříženci s koněm - mezek a mula. V Himalájích poskytuje tuto službu yak, v Andách alpaka nebo lama.

Soumaři se obvykle sdružovali do karavan, karavana je slovo, pocházející z perštiny – „karván“, což znamená doslova obchodní pojištění. Je to skupina, vytvořená kvůli bezpečnosti - často až 200 lidí a ještě větší počet soumarů. Vojenské karavany starých Římanů a Arabů měly až 6000 mužů a 10 000 velbloudů. Někteří předpokládají, že karavanní způsob obchodu byl rozšířen i na území Evropy, a to již ve 3.-2. tisíciletí před n.l.. Obchodovalo se jantarem, obsidiánem, asfaltem, slonovou kostí, tyrkysem a s výrobky z bronzu a železa.

Saně a smyky

Zcela specifickým vyřešeným (neznámo jak) dopravním problémem je stavba menhirů, která se rozšířila v 2. tis. ante v západní Evropě. Nejmonumentnější menhir z Locmariaqueru v Bretani, který byl později rozštěpen bleskem, dosahoval výšky 23 m. U paty měřil 5 m a jeho hmotnost se odhaduje na 348 t. Bylo třeba 2000 mužů nebo 300 volů, aby mohl být dovezen na místo a vztyčen důmyslným překocněním. Tato doprava a stavba předpokládaly absolutní pracovní disciplinu, mocnou hierarchii a kmen s početnou populací. Locmariaquerský kmen mohl shromáždit 10000 lidí, i přesto je těžké si přepravu tohoto kamene představit. Vzhledem k tomu, že nepřichází v úvahu jiná doprava než smýkání, je možno tuto záhadu zahrnout do této kapitoly.

Je tedy možno studovat dopravní prostředky a jejich závislost na povaze dopravních problémů. Jinak řečeno - vidíme-li jakýkoliv monument, jakékoliv dílo, můžeme se ptát "jak to tam dopravili", "jak tuto hmotu přemístili"? Poté je dobré se zajímat o specifickou dopravní situaci či předpoklady každého území, na kterém daná konkrétní kultura žila.

Tak například Egypt neměl díky konfiguraci terénu takřka žádnou silniční síť. Hlavní spojnici byl Nil, umožňující jak plavbu po proudu, tak (pod plachtami) proti proudu. Velbloud cesty nepotřebuje. Pro materiál na stavby pyramid vedly až 60 stop široké rampové silnice, vedoucí od břehu Nilu na staveniště. Později se z nich staly procesní cesty, byly vydlážděny kameny. Tyto rampové silnice měly spád asi 2%. O přepravě obrovských kamenných kolosů se zachovala ilustrace, pocházející z jakési „rekonstrukce“ egyptské dopravy. Jejím hlavním aktérem je cirkusový pouťový silák Giovanni Battista Belzoni, 1778-1823, který z pověření Britského musea obstarával v Egyptě atraktivní egyptské starožitnosti. Dnes by se možná řeklo že je kradl, ale tehdy se to chápalo tak, že je zachraňuje pro civilizovaný svět. Torzo gigantické sochy Ramesse II. Z Wésetu (Théb) přepravil až do Londýna. Na Belzoniho ilustraci jsou zachyceny desítky egyptských felláhů, táhnoucích čtyřmi mohutnými lany podvozek z trámů, na němž je uložena socha. Podvozek se pohybuje na dřevěných válcích, které jsou pod něj stále dokola podkládány. Tato rekonstrukce je ovlivněna současnými představami, dobové ilustrace však dávají za pravdu názoru, že až takřka do 19. století byly lyžiny, saně a smyky takřka výlučnou pomůckou pro dopravu těžkých a velmi těžkých břemen. Kolo bylo pokládáno za něco příliš subtilního a nespolehlivého, podkládání smyků válců nelze doložit. Dokladem dopravy těžkých břemen Egyptany je reliéf, znázorňující přepravu téměř sedmimetrové alabastrové sochy prince Thutmotepe asi z 2000. na reliéfu je 172 osob, z nichž 97 pracuje a 75 tvoří dozor a vojenský doprovod. Socha je přivázána k lyžinám, taženým 88 lidmi. Dozorci sedící na kolenou sochy udává rytmus tleskáním. To je zesilováno klapačkou jeho pomocníka. Dělník na přídě podlévá lyžiny vodou, donášenou vodonoši. Egyptané vítězili nad hmotou nezdolnou trpělivostí a námahou otroků. Herodotovy zprávy o obrovských dopravních rampách jsou ovšem zpochybněny jinými výzkumy, dle kterých se dopravní rampa vytvářela přímo stavbou pyramid.

Dopravní zařízení, využívající kola

Pozemní doprava ve starověku

Mezopotámie je jedním z center starověkého světa. Hlavními tvůrci této geograficky pojmenované kulturní oblasti byli Sumerové, kteří stavěli obdivuhodná města, odvodňovali půdu rozvětvenou sítí kanálů, ovládali řemesla a vytvořili velkolepé umělecké i literární památky. Jejich žáky byli Akadové, Asyřané, Chetitě a Aramejci. Nejstaršími dochovanými předměty z přelomu 4. a 3. tisíciletí jsou malované keramické nádoby a talíře, a právě na nádobách nalezených v Tell Chaláfu z pol. 4. tis. jsou vyobrazeny dvoukolové vozy a koně. V jiném středisku keramické výroby v Arpačiji poblíž Ninive se našly kameny primitivně vydlážděné uličky. Z doby mezi 3400-3100 ante pocházejí pečetní válečky s vyobrazenými válečnými vozy. Urská mozaiková standarta je obrázkovým popisem života první urské dynastie. Je zde král s podkoním na válečném voze. Kolo sumerského válečného vozu je sestaveno jako deska z jednotlivých fošen. Standarta pochází asi z doby 3500 ante, což je možno považovat za dobu vynalezení kola. Některé nálezy ovšem posouvají tento vynález do doby ještě starší. V Bulharsku by některé nálezy svědčily již pro dobu 5800 ante. Mezičlánkem mezi saněmi a vozem byly patrně kmeny, podkládané pod těžká břemena. Je patrně rozumné připustit existenci tohoto stadia, i když doklady svědčící pro žádnou hypotézu nejsou zcela dostatečné.

V první pol. 2. tis. byl podstatně zdokonalen vůz v Egyptě, byla zde již použita loukotňová kola, upevněná na nápravě pomocí jednoduchých ložisek. Vedle těžkých, koňmi tažených válečných vozů se užívaly i lehčí závodní vozy pro sportovní účely. Užívání vozů s koly podnítilo sestrojení postrojů k záprahu zvířat. Nejprimitivnější byly provazce, uvázané za rohy. Využití tažné síly zvířat bylo epochálním vynálezem, který byl v dopravě rozhodující až do 19. století. V polovině 3. tis. začali Asyřané používat jako tažných zvířat koně. Byli zapřaháni do jha, upevněného kolem koňského krku. Efektivnější byl prsní popruh, vynalezený patrně v Mongolsku. Ten byl rozšířen i v Číně, kde byl posléze objeven chomout, umožňující tažnou sílu plně využít. Od té doby platí toto srovnání ročního výkonu na 1 angl. míli.

Nosič	1750 t
Lehký soumar	1590 t
Těžký soumar	3600 t
Vůz tažený skotem	8 640 t
Vůz tažený koněm	15000 t

V Číně byl hlavním dopravním prostředkem dvokolový vůz s poměrně velkými koly, která snadno překonávala podélné i příčné nerovnosti. Zákon předepisoval, že musí být vyrobeno ze zdravého tvrdého dřeva, byl předepsán profil loukotí i šířka. Vůz byl tažen nejprve hovězím dobyt看em, od 2. stol. koněm s prsním popruhem. Místo jha oj. Od 3. stol. byl zaveden chomout, umožňující vůči jhu až 5x větší náklad. Za pozdní dynastie Chan 25-221 vynalezeno kolečko, přesněji řečeno trakař. Bylo ho mnoho typů, od menšího „dřevěný vůl“ až po větší „klouzající kůň“. Zvláštní modifikaci kolečka představují nosítka, nesená dvěma nosiči s 1 kolem uprostřed. Tato modifikace bývá kladena do Koreje. Do Evropy přišel tento vynález až v 13. stol., první vyobrazení je na okně katedrály v Chartres z r. 1220. Zpevňování cest nebylo známo – pouze velmi špatné a nebezpečné úseky zpevněny kameny a pískem. V roce 67 byl v Číně postaven první řetězový most na světě.

Cesty a silnice ve starověku

Egypt

Jak již bylo řečeno, vzhledem ke konfiguraci Egypta s Nilem jako centrální vodní cestou nebyla stavba silnic prioritou. Přesto byla za panování Ramesse II. A Ramesse III. kolem 1200 byla vybudována pozemní komunikace z Egypta po pobřeží Středozemního moře až do Fénicie, podél níž byly noclehárny a místa pro odpočinek. Šlo tedy o obchodní cestu, spojující Egypt s oblastmi, na kterých měl Egypt obchodní a mocenské zájmy. Zvláštním druhem cest byly posvátné cesty. Nebyly dlouhé, byly dlážděny kamenem a měly často rýhy pro kola vozů na kterých byly přepravována socha božstev. Dláždění jinak nepoužívali, protože pro bosého člověka i pro dobytek je to méně příznivý povrch než písek. Zemní cesty byly lemovány palmami, poskytujícími stín. Egyptané vůbec nevyvinuli mostní stavitelství – Nil byl příliš velkým soustem a menší toky nebyly.

Čína – země bohatá na suroviny, které byly obchodem dopravovány z místa na místo. Páteří dopravního systému byly vodní toky a kanály, které je propojovaly. Tak bylo možno se dostat až hluboko do vnitrozemí. Pozemní komunikace tento systém spíše doplňují. V době vlády císaře Yan 2357-2256 je zřízen úřad „Přednosta veřejných prací, zvláště kanálů a hrází“. Šlo především o bezpečnost výběřčích daní, kteří je z odlehlých končin dopravovali na císařský dvůr. Měli proto přesně stanoveny cesty, kterými se s cenným nákladem musí pohybovat. Brody a strategicky významná místa byly střeženy. Významné bylo silniční stavitelství za dynastie Šang. 1170-1125. Císařská inspekce cest se konala každých 12 let a byla snaha je uvést vždy do takového stavu, aby Jeho veličenstvo mělo cestu co nejpohodlnější.

Za Wu - wanga, zakladatele dynastie Čou 1125 – 255 spadaly silnice pod „Ministerstvo lovu a války“. V tu dobu se již mluví přímo o vozových cestách. Za dynastie Chan 206-221 jsou budovány vojenské silnice přes pohoří Cing-ling-šan, silnice je prorážena ve skalách a v nebezpečných místech zabezpečena ochrannými zdmi. Velký dopravní význam měla i Velká zeď, a to jak svou korunou, která byla silnicí, kde vedle sebe mohlo jet 5 jezdců, i jako obrana silnic, jdoucích souběžně s ní. Její stavba sama o sobě byla školou logistiky. Z karavanních obchodních cest je nejznámější „hedvábná stezka“. Dopravní systém Číny je m.j. popsán Marcem Polem, 1254-1324, i Aurelem Steinem 1862-1943. Tento muž je znám tím, že nešel nikdy tam a zpět touže cestou.

Čínské silniční stavitelství je založeno na doktríně, že přímá cesta je nejkratší. Daní za tuto přímočarou eleganci byly velké sklony. Zvláštní byl způsob stavby silnic v Číně. Vzhledem k velké hustotě obyvatelstva, centralizované správě a tedy i dostatku mobilizovatelných pracovních sil byla silnice po vytýčení trasy stavěna v celé své délce najednou.

Indie – známá kultura v Mohedžo Daro dospěla až k dlážděným cestám s kanalizací dle plánu. Existence cest mimo tuto kulturu není známa a doložena, soudí se však, že by Alexandr Makedonský nemohl Indií tak rychle postupovat, kdyby v době jeho vojenské expedice nebylo cest. O tom píše i Megasthenes, vyslanec Seleuka I. V r. 305, který se zmiňuje o „Velké královské silnici“, která prý byla téměř jedním z divů světa. Vedla od Eufratu přes Seleukii, překročila Hindukúš a mířila do údolí Gangy. Silnice v Indii podléhaly královské správě, která pečovala o údržbu a stavěla milníky.

Král Ašóka 274-232 nechával stavět dokonalé silnice, kolem kterých byly vysazovány stromořadí fíků. Vysazování těchto stromů bylo náboženským obřadem. Cesty byly opatřeny studnami a nocležnami, na sloupech kolem cesty byly vytesány královské výnosy.

Mezopotámie zahrnovala, přibližně vzato, Babylonii na jihu a Assyrii na severu. Již na přelomu 12 a 11. stol. zřídil asyyrský král Tilget Pileasar zvláštní správní jednotku, do jejíž

kompetence patřilo budování mostů a údržba silnic pro zajištění jízd královských posílů. Ani Asyřané neuznávali serpentiny, které považovali za ztrátu času. Ve skalách někdy vytesávali stupně. Těžké předměty dopravovány jako v Egyptě na lyžinách, pod které podkládány válce. Pohyb podporován pomocnými pákami. Tak to bylo vyobrazeno na reliéfu, který se žel potopil do Tigridu při ztroskotání lodi, která jej přepravovala. Jinak se používaly spíše malé vozíky, tažené párem volů. I assyrské vojsko používalo dvoukolé vozy, tažené koňmi. Na vápencovém reliéfu ze 7. stol. ante je vidět detail kola s osmi zapuštěnými loukotěmi opatřené ráfkem. Většina silnic v Mezopotámii nebyla nijak upravována, pěší vojsko je nepotřebovalo a karavanám též vyhovovaly pouze ušlapané cesty. Pouze ulice ve městech byly zpevňovány kamenem nebo pálenými cihlami. V Ninive i v Babylonu existovaly přes Eufrat a Tygris dřevěné mosty na kamenných pilířích, babylonský most měřil 113 m. Pilíře mostu, vysoké 9 m a široké 21 m byly od sebe vzdáleny cca 9m. byly z pálených cihel s asfaltovou zálivkou spár. Základy pilířů byly opatřeny izolačním nátěrem z asfaltu. Na pilířích spočívaly cedrové nebo cypřišové trámy, položené vedle sebe. Přes ně vedly příčné prahy z palmového dřeva, tvořící mostovku.

Zvláštní význam měly assyrsko-babylonské posvátné „procesní“ silnice. Silnice měla určité symbolické znaky, společné se životem – i ten má svůj počátek a neznámý, kdesi v dálce se nacházející konec. I v životě se člověk zastavuje na křižovatkách a táže se, kudy dál. Levá a pravá strana silnice je vyjádřením dvojakosti života, klesání a stoupání představuje radostné a truchlivé kapitoly. To všechno bylo vnímáno v posvátných cestách, které byly často v blízkosti chrámu nebo spojovaly chrám s královským palácem. Byly lemovány sochami se symbolickým významem. Sloužily nejen kultu, ale i obchodu. Význam těchto cest pro Mezopotámce byl tak veliký, že jim věnovali veškerý technický um a dovednost. Povrch dlážděn se žlábků pro kola vozů. Tvořilo je několik vrstev cihel spojených asfaltem. Na povrchu silné desky z přírodního kamene, spojené asfaltem. Ten ovšem nesahal až k povrchu vozovky, aby se jim nelepil v horku na sandály. Cesty měly oblý povrch a zabudovaný odvod dešťové vody. Konstrukce procesních cest byla pružná, takže nebyly hlučné, i když se po nich pohybovaly těžké vozy.

Procesní cesta v Babylonu, odkrytá na poč. 20. stol. něm archeologem Robertem Koldeweyem byla právem označena nejnádhernější cestou na světě, zbudovanou králem Nabukadnezarem. Vedla od Ištariny brány k zikkuratu.

Persie - zde je znám pojem „královské silnice“. Spojovaly hlavní město Sús s odlehlými končinami a sloužily především správě říše. Byly vždy nejkratší trasou. Nejdelší z nich vedla do Sús z Efesu a Sard na pobřeží Středozemního moře. Měřila 2500 km a překračovala pohoří vysoká 2000 m. Ze Sús se dále rozbíhala do několika směrů. Státní význam těchto cest dokládá i to, že často míjí některá města. Byly též přímočaré. Podklad tvořilo přirozené, mnohdy skalní podloží. Kýros II. zřídil pravidelnou kurýrní poštu, hangáry asi 20 – 25 km od sebe, ze Sard do Sús jich bylo 111. cesta ze Sard do Suz trvala při štafetovém postupu 70 hodin, což vychází 35 km/hod.

Pozemní doprava v antice

Řecko

Na Krétě objeveny cesty již z doby bronzové, tzv. Královská cesta, vedoucí z královského paláce k Malému paláci v Knossu je považována za nejstarší silnici v Evropě. Zachovala se natolik, že umožňuje poznat způsob její stavby. Střední dlážděný pruh o šíři 1,40 m byl určen pro chodce, postranní pásy s udusaným povrchem z nepravidelných úlomků vápence, keramiky a hlíny na podkladní vrstvě z kamene promíseného s vápnem byly určeny pro zvířata a vozy. Krétské silnice měly dobré odvodnění, proti sesuvům je zabezpečovaly opěrné zdi. Vyrovnaly se budoucím římským silnicím, ale postupně krétská technika upadla v zapomenutí. Byly to však cesty ne pro vozy, ale spíše pro soumary. V Řecku se používala i nosítka, obvykle se 4-6 nosiči. Používané vozy byly příbuzné vozům maloasijským.

O řeckých cestách lze nalézt první zmínku u Homéra, kde se mluví o „kamenité stezce, která se od zátoky vine lesnatým krajem mezi horami“. Řecko svou námořní orientací ani přírodní povahou nevyžadovalo ani neumožňovalo budování významnější sítě pozemních komunikací. Jedinou výjimkou byly tzv. sakrální cesty, vedoucí k svatyním a věštírám. Delfy, Eleusis a Olympia byly nejen cílem poutníků, ale i těchto cest. Po nich přijížděly vozy s kultovními předměty a procesí věřících z celého Řecka. Nejznámější z těchto posvátných cest vedla z Athén do Eleusis, jiná z Élis do Olympie. Posvátné cesty měly ve skalním podloží vytesány žlábků se zešíkmenými stranami, které zamezovaly těžkým vozům vyjetí z cesty. Tento vodící žlábek byl hluboký 7-10 cm a měl šířku 22 cm. Zajímavé je, že rozchod kol byl 138-144 cm, což je i normalizovaný rozchod kol babylonských procesních cest. Řecký výraz pro cestu je kromě ODOS i TRIBOS, což znamená „vyšlapaný“. V bahnitých územích budovali Řekové násypy z kamenů, navrchu překrytých zeminou. Cesty s opěrnými zdmi se nazývaly „kyklopské cesty“. S výškovým vedením cest si nedělali velké starosti. Vodorovné úseky prudce přecházely v klesání nebo stoupání. Často vedli cesty údolími řek. Prudká stoupání i klesání celkem nevadila nosičům a karám s velkými koly. Řecké cesty byly úzké, 3,5-4 m. Na cestách s koleji byly vytesány výhybny, pokud nebyly na cestě dva páry kolejí, jako např. ze Sparty do Helos. Na úzkých cestách docházelo proto velmi často ke sporům o přednost, a dramatické příběhy vražd na cestách spočívají nejspíše v tomto.

Řecké vozy byly lehké a jednoduché dvoukolové konstrukce pro dva stojící, kožená podlaha je zároveň pružením. Vůz táhli dva koně, zapřažení do jha. Na takovém voze bylo možno za den urazit více než 80 km. Podle počtu koní ve spřežení se rozeznávala biga, triga, quadriga. Většinou se však chodilo pěšky, na koni, mezku či oslu. Kromě posvátných cest tvořily cesty v Řecku plánovitě projektovanou síť, byly to pouze místní spojnice míst. Důležitější silnice byly pouze podél západního pobřeží. Ze složitějších dopravních staveb je možno jmenovat 1000 m dlouhý silniční tunel, který roku 530 př. n. l. vybudoval řecký stavitel Eupalinos na ostrově Samos v Egejském moři. Tunel je vytesán ve skále. Byly i cesty, kterým měly do jisté míry charakter dálkového spojení – tak z Atén vycházela cesta do střední Evropy.

Z kaménků, sesbíraných po cestě vznikly první silniční značky. Patřilo totiž k povinnosti poutníka přihodit kamének na hromadu u cesty. Tyto hromady byly postupně nahrazeny čtyřbokými „hermovkami“ s hlavou boha Herma a schematickým náznakem paží. Byla na nich vyznačena vzdálenost od hermovky v Athénách. Cesty byly lemovány modlitebními zastaveními, svatyněmi a hroby. Řekové nevynikli ve stavbě mostů, neznali pravou klenbu, a stavěli jen jednoduché trámové mosty, případně z falešné přechnělkové klenby na způsob „lví brány“ v Mykénách. Zvláštní je krakorcový most přes řeku Pamisos na Messénském poloostrově v jihozápadní části Peloponésu. Most byl třiramenný a vytvářel mostní křižovatku.

Pozemní doprava v římské říši

Římané představují mezi nesčetnými národy starověku lid se zvláštním obdarováním. Byli to praktičtí a věcní lidé, jejichž zvláštní talent se projevil ve schopnosti získávat nová území, organizovat v nich správní i soudní poměry a tak vtisknout několika stoletím života Středomoří svůj nesmazatelný punc. Jsou také jedním z nemnoha národů, jejichž přínos obohacuje evropskou kulturu dodnes. Římské schopnosti s dopravou velmi těsně souvisí. nepovažovali žádnou získanou provincii za skutečně "dobytou", dokud k ní a v ní nebyla silnice. Silniční síť římské říše dosáhla vrcholu nejen ve světě starověku, nýbrž v mnohých směrech nebyla překonána do dnešní doby. jejich úsloví "Via vis – via vita" vyjadřuje římské přesvědčení, že cesta je jak síla, tak život.

Vrcholná doba silniční techniky spadá do doby největší slávy impéria. Římské silnice byly syntézou zkušeností dřívějších civilizací. Římská genialita však dokázala tento vklad rozvinout. Šlo nejen o silnice, ale i o další dopravní stavby, jako jsou především mosty a tunely. Římané měli velmi dobrou schopnost pro vnímání specifických místních podmínek pro stavbu silnic. Když např. dobyli Nizozemí, setkali se se silnicemi z klád přes mokřiny a bažiny. Když tento způsob stavby prozkoumali, objevil se záhy v ženijních příručkách římských legií. Skutečnými učiteli Římanů byli patrně Etruskové, kteří stavěli dlážděné dosti široké silnice s odvodňovacími příkopy a na podloží silnice pokládali kamenné desky o rozměrech 1 x 0,8 a tloušťce 0,3 m.

Silnicím přikládali tedy Římané význam od nejstarších dob. Budování silnic probíhalo ve třech časových obdobích,

1. podrobení střední Italie (343-290),
2. v republikánské době (290 – 31)
3. v době císařství až do pádu (31-476).

Římané budovali silnice velkoryse, a to na základě přesvědčení o věčnosti své říše. Proto jejich silnice nebyla pouhá narychlo a na čas postavená provizoria. První silnice vedly do úrodné Kampánie, úrodného kraje kolem Neapole, tak vznikla roku 312 ante Via Appia. Další silnice nesou po svých stavitelích názvy Via Aemilia, Via Aurelia, Via Clodia, Via Flaminia, , Via Valeria. Silnice z Hadrianova valu na severní hranici provincie Britannia do Jeruzaléma měřila 6 040 km. Na celém území obrovského státu nebylo nedostupných míst. Římané přišli na to, že „silnice má stejnou hodnotu jako obě města, jež spojuje“. Z Říma vycházelo 29 silnic, z toho 16 hlavních dálkových tepen. První římské silnice se nazývaly podle míst, do kterých vedly. Via Labicana, Via Tusculana, Via Gabina. Později podle osob, které se zasloužily o jejich vybudování.

Celá délka zpevněných silnic, vybudovaných ve vrcholném období impéria dosáhla 90 000 km, z čehož asi 14000 se nalézalo na území Itálie. I s vedlejšími mohla celková délka činit kolem 300 000 km. Se Západní Evropou spojovala Řím Via Domitia – přes Alpy a jižní Francii vedla do Hispánie. Silnice na blízkém Východě byly stavěna tak solidně, že takové kvality nebylo dosaženo předtím ani potom. Toto dílo je srovnatelné snad se stavbou transkontinentálních železničních tratí v 19. stol.

Římská silnice se skládala z podloží, podkladu a krytu. Stavbu silnic ovlivnilo i objevení přírodního hydraulického cementu, porézního kamene vulkanického původu, známého pod názvem puzzolan. Tento materiál umožňoval připravovat maltu, tvrdnoucí i pod vodou. Pod vodou ovšem bez vápna, jinak s vápnem. Římská silnice je vlastně zdí naplocho, a to zdí 1 m silnou. Konstrukce vozovky, obvykle ze 4 vrstev:

Spodní část vozovky – (statumen - podklad) se skládala z 1-2 vrstev větších plochých kamenů, jejichž spáry byly zality cementovou maltou nebo se vyplňovaly upěchovanou zeminou. Tato vrstva měla tloušťku 30-50 cm.

Následující vrstva (rudus, rudratio – základ) se skládala z roztlučených velkých oblázků, nebo velmi tvrdého štěrku. Byla pečlivě udusána okovanými dřevěnými pěchy. Při zhutňování se také používalo kemenných válců. Spáry mezi kameny byly zality maltou vyrobenou z roztlučených cihel a vápna v poměru 3:1. tato vrstva měla obvykle po zhutnění 3 tloušťky podkladu.

Třetí vrstva (nucleus – jádro) byla z vodunepropustného betonu, vyrobeného z cementu, písku a kamenné drti v poměru 3 dílů kameniva a 2 dílů pojiva. Tato vrstva měla 30 cm.

Vrchní vrstva (summa crusta, summum dorsum) tvořila směs kamenné drti a písku s jednotlivými zrny do velikosti 6 cm. Její hrubost nepřevyšovala 20 cm. Silnice s krytem tohoto typu se označovaly jako via glarea strata.

Silnice pro těžší dopravu byly převážně dlážděné, typ via silicea strata měl vrchní cestu z kamenných desek o minimální tloušťce 5 cm, se spárami zalitými maltou. Charakteristická je technika dláždění mnohoúhelníkovými bloky, ta zobecněla v 1. stol. n.l.

Celková tloušťka všech vrstev se pohybovala od 80 – 140 cm. Povrch vozovky byl klopený, aby mohla odtékat dešťová voda. Průměrná životnost vozovek byla 70 až 100 let. Při stavbě římských silnic bylo využíváno místních materiálů. Stavba silnic byla přizpůsobována místním podmínkám - betonové koryto proti agresivním vodám, v Alpách koleje pro zvýšení bezpečnosti, na náspech zábradlí. V horách se silnice stavěly na sluneční straně horských údolí, podél silnic byly vysazovány olivy.

Římané stavěli přímo, což mnohdy znamenalo velké zemní práce. Není nezvyklý pohled na přímou cestu, mířící přímo na kopec. Obcházet ho by bylo proti římské profesionální cti stavitele silnic. Místa, která by přinesla přílišné stoupání, překonávají průkopem. I tak však znamenal tento způsob trasování značná klesání a stoupání. Římané se snažili vyhnout ztraceným spádům, neklesali tedy až do údolí. Podélný sklon dálkových silnic nepřesahoval 5 – 7 %, alpské silnice měly i 14-15%. Tam se někdy výjimečně a neradi dopustili i serpentin.

Šířka římských silnic v přímé trati byla 2,37 m, v oblouku 4,74. V císařské době však byly silnice široké 23,68 m s vozovkou šířky 11,84 m s dvěma postranními chodníky, z nichž každý byl 5,92 široký, oddělený od vozovky nízkými kamennými zídkami nebo travnatými pruhy. Byly pro pěší nebo jezdce na koních, pro které byly místy nízké zídky, umožňující nasednutí na koně. V době vojenských přesunů sloužil střed k pohybu vojska, chodníky byly pro ostatní dopravu jako jednosměrné.

Po římských silnicích se cestovalo pěšky, koňmo, na mulech nebo v cestovních vozech. Jízda vozem se vžila až v pozdější době, Římané vnímali jízdu vozem za nemůžnou ponižující. Ke stavbě vozů Římané příliš nepřispěli. Byly stavěny tyto druhy vozů:

Carrus - malý dvoukolý vůz pro nevelké náklady

Rheda – čtyřkolový cestovní vůz

Sarracum – čtyřkolový vůz osobní nebo nákladní

Carruca – čtyřkolový vůz cestovní jako rheda, ale luxusnější

Dormitorium – větší osobní vůz, sloužící i jako spací

Cisium – lehký dvoukolý cestovní, obvykle pro vozku a 1 cestujícího.

Maximální hmotnost nákladu upravil zákoník císaře Theodosia 438:

Dvoukolý s 3 muly	196 kg
Rheda 4-6 osob, 6-8 mulů	327 kg
Těžký vůz	490 kg

Rychlost jízdy na těchto silnicích je zdokumentována - rekordem je překonání vzdálenosti z Říma do Umbrie (83 km) za noc. Kurýři se pohybovali průměrnou rychlostí 7,4 km/hod. Zvláštní císařští poslové urazili za den až 237 km. Caesar urazil 148 km za den. na silnicích platily určité policejní předpisy, tak například platil zákaz jízdy těžkých vozů v noci. Dodnes se však neví, po které straně Římané jezdili. Dozor a udržovací péče byly svěřeny zvláštnímu úřadu silničnímu, curia viarum. Používali i mapy, jejichž sestavení je pozoruhodné. Situace od severu k jihu je zkrácena, zato však směr západ – východ je prodloužen. Řím je uprostřed (a všechny cesty do něj vedou) a silnice jsou naznačeny v jakémsi podélném sklopení, takže je vidět i klesání a stoupání. Vzdálenost měst, měřená od zlatého milníku miliarium aureum je v mílích. Je zachována kopie mapy „tabulla Peutingeriana“ dle augsburského patricie ze 16. stol.

Soustava středověkých cest a stezek

Barbarská Evropa žila dlouho v temném období, ve kterém prakticky neexistovaly udržované cesty. První obchodní kontakty střední Evropy s ostatním světem lze klást až na přelom 2. a 1. tis. ante. Byla to především zvýšená potřeba soli, vyvolávající putování k solným ložiskům v alpském Hallstadtu, od pobřeží Severního moře byl dovážěn jantar. V hrobech v Porýní jsou šperky ze zlata, pocházejícího z Čech. Dopravu obstarávaly karavany nosičů a především soumaři. Jezdilo se i na koních, kteří byli v párech zapřaháni do vozů. Vozy byly čtyřkolové o rozchodu přibližně 110 cm a rozvoru 180 – 200 cm. Kola o šesti paprscích měla průměr asi 80 cm. Ráf tvořily úzké železné obruče o šíři 2-3 cm, přibité hřebíky. Z vozu vybíhala oj, na jejímž konci bylo jho k zapřažení dobytčete. Části takového vozu se našly i ve známé jeskyni Býčí skála u Adamova. Systém cest vedl jednak k solným ložiskům, od Baltského moře, a do Porýní. Byly to patrně pouze úzké stezky, vysekané v porůčních porostech, kde v některých bažinatých úsecích byly kladeny hatě. Vývoj na území střední Evropy byl narušen v pol. 1. tis. příchodem keltského kmene Bójů, který sem pronikl z východní Francie přes Rýn. 2. pol. 1. tis. ante se nazývá laténskou, podle keltské stanice La Tène ve Švýcarsku. Hospodářská úroveň se znamenitě zvýšila, a na našem území vznikají první města – oppida. Keltové byli zdatní válečníci, řemeslníci a obchodníci. Oppida ležela jednak u výskytišť surovin a dále na křižovatkách cest. Tak oppidum Staré Hradisko u Prostějova leželo jak v blízkosti ložisek železných rud, tak na cestě, vedoucí k Baltickému moři. Jejich hlavním dopravním prostředkem byl dvoukolý vůz, tažený koněm. Kola mají 6 – 10 loukotí a jsou opatřena zákolníkem. K osobní dopravě užívali koně. Síť keltských komunikací spojovala jednotlivá správní střediska, cesta spojovala také brány oppid. Podkova nalezená v Hrzanech by svědčila o tom, že Keltové koně kovali. Germánský a římský tlak Kelty postupně vytěsnil, část keltského obyvatelstva se přesunula do Podunají.

Opevněná římská hranice sledovala pravý břeh Dunaje a jednotlivá castra byla spojena komunikací. Tato tzv. Liminová cesta (Limes Romanus) měla význam především vojenský. Pro dopravu zboží měly větší význam lodě, plující po Dunaji. V římské době byla naše země protkána sítí obchodních cest, které se převážně držely toků velkých řek. Nejznámější z nich byla jantarová cesta, neboť jantar byl velice váženým zbožím, dle Tacita měla jantarová soška

větší cenu než člověk. Spojovala severní Evropu s Jižní a byla nejvíce používána mezi 7. a 5. stol. Nebyla to ovšem jedna cesta, nýbrž systém komunikací. Základní severojižní směr byl protkán východo-západními spojkami. Jejím jižním koncem byl přístav Aquileiana severním pobřeží jaderského moře. U nás přibližně od Stupavy podél toku Moravy na sever k Moravské bráně a dále k Visle a baltskému moři. Svůj systém komunikací si v době stěhování národů na počátku letopočtu a ukončené přibližně v 6. stol. Významným útvarem v tzv. střední době hradištní 800-950, kdy vznik státní útvar velká Morava. Její centra byla od sebe poměrně vzdálena, což kladlo nároky na existenci přiměřené komunikace, a to za každého počasí. V nalezišti na Štěpnici pozůstatky asi 5 m širokého mostu, ústícího do vstupní brány hradebního opevnění. Tento most stál asi od 7.-10. stol. Velká Morava podlehlá Maďarům 4. července 907 v bitvě u Bratislavy. Síť cest všeobecně závisela na místech možného průchodu lesními a horskými pásy (Furth, brod..)

V Čechách je v 10. století celkem ustálený systém asi 20. zemských stezek. v listinách se uvádějí jako "Magna via" nebo "Magna strata". byly to ovšem skutečně pouze stezky, k jistému zlepšení dochází až ve 13. a 14. století v souvislosti s rozkvětem měst. ta měla zájem na stavu cest, protože sama závisela na obchodu, bez cest nemyslitelnému. Síť zemských stezek dosáhla svého vrcholu koncem 14. stol., kdy se také pojem "zemská stezka" přestává používat. Zemské stezky byly vedeny nikoliv přímočaře, nýbrž "cestou nejmenšího odporu". Údržbu stezek prováděly kmeny, jejichž územím stezky procházely, a za to si mohly vybírat mýtné. V bezlesých krajích to byly jen vyjeté pruhy země, bez odvodnění a bez podkladu. Cesta byla někdy v tak špatném stavu, že bylo lépe jet vedle, čímž vznikala rozježděný pás země široký několik desítek metrů. V podstatě to byly neudržované polní cesty. Mosty byly vzácné, primitivní a nebezpečné. bezpečnost dopravy navíc komplikovali loupežníci, proti kterým byl mj. určen výnos z r. 1361, nařizující vymýtiti obě strany zemských stezek na vzdálenost "co by dohodil kamenem obepjatým prsty". Výchovní účinek se očekával i od toho opatření, že dopadení lapkové bývali rozvěšeni podél cesty.

Když povodeň zničila v Praze, pravděpodobně r. 1157, původní dřevěný most, potřeba trvalého přemostění Vltavy si vynutila stavbu nového. V roce 1158 byl český král Ladislav II. korunován v Řezně, kde si povšiml nedávno postaveného kamenného mostu, který se pak stal vzorem pro stavbu kamenného mostu v Praze. Stavba byla skončena kolem 1170. Most dostal název Juditin most, povodeň ho však zničila 3.2.1342. Teprve 1357 položil Karel IV. základ ke stavbě mostu nového.

Systém komunikací v 15.-17. stol. lze rozdělit do tří kategorií: dálkové obchodní komunikace, komunikace sloužící hospodářskému podnikání, komunikace spojující jednotlivá sídliště. Krom špatného stavu silnic a nevalné bezpečnosti byla velkou překážkou dopravy četná cla a mýta. Koncem 15. a zejména v 16. stol. se na území našeho státu objevily k dopravě osob lehké a poměrně rychlé cestovní vozy, nazývané kotčí či kočí. Jméno mají asi po uherské osadě Kocz, ležící jižně od Komárna, kde tyto vozy ve velkém vyráběli. Jinak ovšem na silnicích kralovaly těžké formanské vozy, kryté plachtou a tažené dvěma i více páry koní. Od 16. stol. se formani sdružují do cechů. Cechy stanovily pravidla – například v Praze nesměl mít v letech 1598-1627 žádný forman více než dva vozy. 1527 zřídil kníže Antonín von Taxis první pravidelné poštovní spojení mezi Vídní a Prahou přes Slavonice. Poštovní stanice byly od sebe vzdáleny asi dvě poštovní míle, tedy asi 2 hodiny cesty. Další trať vedla z Prahy do Řezna a opět další do Lince. Mezi Vídní a Bratislavou již 1530.

Doprava před železnicí a automobilem

Celková povaha středověku z mnoha důvodů k rozvoji dopravy nepřispívala. Byl to do značné míry pouze obchod, který byl na dopravě závislý, a který měla zájem na jejím rozvoji. Obchod však představoval spíše okrajovou složku středověkého života.

Dálkový obchod prostředkující většinou výměnu luxusního zboží byl provozován cizími kupci, většinou mimoevropského původu. Obchod probíhal po zavedených obchodních trasách spojujících Středomoří se severními částmi Evropy a její západní části s prostorem východní Evropy. Tato trasa vedla přes Prahu dále na Krakov a do Kyjevské Rusi. Dodávku soli do Čech byla provozována po tzv. Zlaté stezce, užívané soumary, vedoucí přes Šumavské průsmyky. Obchod byl kontrolován sítí hradisek situovaných při starých zemských stezkách. Po založení měst dochází od 13. století k budování zemských cest jejichž ostrahu zajišťují královské hrady. Na města je přeneseno financování stavby a údržby cest, stavba mostů, úprava brodů, kladení hatí a kácení lesa v určitém koridoru podél cest. Potřebné finance byly získávány vybíráním mýta, pohyb kupců byl řízen předpisy určujícími povinnost nabídky zboží na určitých městských trzích. Původní užití soumarů bylo postupně vystřídáno užitím čtyřkolých vozů, opatřených zprvu nepohyblivými nápravami – teprve od 14. století je užíván rejd přední nápravy. Selské vozy byly malé s možností nákladu maximálně 200kg na jednoho tahouna. Formanské vozy, užívané k transportu byly těžší s větší nosností 400 – 600 kg nákladu. Měly vyšší bedněnou korbu, byly kryté plachtou na obloucích nad korbou, někdy byla plachta i pod nákladem pro ochranu nákladu při brodění. U lehkých vozů bylo užíváno pletené košatiny. Vzhledem ke špatnému stavu cest bylo užíváno kol o velkém průměru, jejichž paprsky byly nepravidelně rozmístěny s větší hustotou u spojů loukotí a vykloněny směrem ven. Silné dřevěné osy kol byly proti otěru chráněny železnými zděřeními. Původně byli koně zapřahováni za sebou, později v párech – u kupeckých vozů často několika. Jho bylo nahrazeno chomoutem, což několikanásobně zvýšilo sílu tahu.

Vůz prodělal od počátku středověku pozvolný, avšak přesto patrný vývoj. Ten souvisel nejen se způsobem záprahu, ale i s kvalitou cest, a ta byla velmi často závislá na politických a ekonomických poměrech v dané oblasti. Lze dokonce říci, že takřka po celý středověk bylo v zájmu krajů a měst, aby nebylo možno cestovat a dopravovat zboží rychle. Při hranicích znepřátelených feudálních držav byly nejednou dokonce cesty ničeny. Z bohatství římských cest, druhů vozů a promyšlené poštovní služby nepřevzal středověk v původně barbarských končinách na sever od římské hranice takřka nic, protože se tato soustava rozpadla i na bývalém území římské říše. Pouze Gotové navázali koncem 5. století na zbytky římských poštovních zařízení, i když zdaleka nemohli dodržet její původní síť, která se dotýkala i našeho území.

Vozová doprava osob se ujímala velmi pomalu i proto, protože (podobně jako ve starém Římě) jízda vozem nebyla považována za věc důstojnou. Středověký rytíř byl doma pouze na koni, a byli to pouze nemocní a dámy, kterým bylo přiměřeno použít vozu. Ten ovšem zprvu neměl ani náznak odpružení, korba spočívala přímo na nápravách a do 15. století neměly vozy rejdočnou přední nápravu. Změna směru se mohla dít pouze velkým obloukem. Je snadné si představit, jak těžká byla jízda takovým vozem po nekvalitní cestě. Teprve v 15. století je možno pozorovat zdokonalení - korby cestovních vozů dostávají kožený nebo plátěný kryt, a také otvory v bocích vozu a vstup je opatřen závěsem. Zámožnější majitelé si nechávají své vozy zdobit, a to někde dokonce i vozy nákladní.

Významnou inovací je nová konstrukce kola. Je to kolo, jehož špičky jsou postaveny vzhledem k ose kola nikoliv kolmo, nýbrž šikmo, takže neleží v rovinné, nýbrž ve velmi ploché kuželové ploše. Toto uspořádání má několik výhod - takto upravená kola tlačí kolo směrem k nápravě, takže není namáhán zákolník, držící kolo na čepu. Kolo snese větší zatížení a bláto od kola odletující letí do stran a nikoliv na vůz. Tento tvar kola umožňuje také to, že se korba vozu může od náprav směrem nahoru rozšiřovat. Až do konce 16. století byla všechny kola stejně veliká, teprve s rejdočnou přední nápravou se začíná velikost předních kol zmenšovat. Opatřování kol železnými obručemi bylo v některých evropských zemích známo již od počátku středověku, někdy byla obruč nahrazována hřeby, jimiž byl obvod kola

pobit. Šířka kola se u jednotlivých kol lišila, minimální šířka byla někde předepsána, protože úzké kolo mnohem více poškozuje cestu. Zejména v místech prudkého klesání byla cesta zabrzděnými a smýkajícími se koly velmi poškozována. Odpomoci tomu měly zvláštní lyžiny, které byl forman povinen na vrcholu svahu na kolo nasadit. Protože nasazení tohoto zařízení představovalo patrně jistou nepříjemnou námahu, mnoho formanů tuto povinnost neplnilo a byli za to případně pokutováni, jak o tom píše rychtář Vavák ve své kronice. Pozoruhodné jsou zprávy o tom, že navzdory mazání kolomazí, vyráběné z borovicové pryskyřice, se osy kol velmi zahřívaly. vypráví se, že když pruský král jel na delší cestu, stáli podél ohlášené trasy poddaní a polévali kola vodou z připravených konvic. Nesjízdné cesty mohly být někdy i zdrojem příjmů. Majitelé území, kterými vedly cesty, měli za údržbu těchto cest některé práva. Někde to bylo právo na zabavení vozu, jehož náprava se dotkla cesty, a to i s nákladem, A to se snadno stávalo právě při zlomení kola na špatné cestě. Zvláštní kapitolou byla bezpečnost cest. O tom svědčí příhoda krále Zikmunda, který se roku 1434 dostavil na sněm v Řezně s pětidenním zpožděním, protože byl cestou ve své vlastní říši přepaden a oloupen loupeživým rytířem Abensperkem.

Zvláštním druhem středověkých povozů byl velký vůz, který byl zejména v Itálii používán jako odznak národa ve zbraní. Italsky byly tyto vozy nazývány "caroccio", a nešlo o bojový vůz, nýbrž právě spíše o symbol. Na voze byla vlajka, případně zvon, svolávající bojovníky, a v bitvě na něm stáli trubači a kněží, podněcující vojsko ke statečnosti. Byl to odznak armády v poli. Psychologický význam takového symbolu spočíval v tom, že s tímto obvykle vozy taženým vozem nebylo možno nijak rychle ustupovat. Vojsko bylo tedy tímto vozem udržováno na bojišti a pohromadě. Husitský bojový vůz představuje jiné použití vozu, které bylo používáno i v jiných zemích, takže polská vojska použila vozy podobným způsobem ještě roku 1620.

Osobní vozy představují vývojovou linii, končící až u "motorizovaných" kočárů, a v názvech různých typů pokračují i v době automobilismu. Nebyl-li ve středověku vůz jako dopravní prostředek dostatečně důstojný pro rytíře, pak přesto existovala společenská událost, která přiváděla na svět vozy bohatě zdobené. Byly to vozy svatební. Byly to vozy, které obvykle ženich daroval nevěstě, a vzhledem k tomu, že byly takto součástí státního aktu, zachoval se o nich dostatek zpráv. Byly to vozy kryté, jejich střecha měla podobu "nebes", jaká je možno vidět nad středověkými postelemi, případně na baldachýnu, jakým je kryta drahocenná relikvie při procesí. Ve Francii a Brandenbursku byl bohatě zdobený vůz součástí průvodu při obřadných jízdách panovníků. O jednom takovém průvodu brandenburského markraběte z roku 1594 se píše, že byl tvořen 366 umělecky vypravenými vozy, kdy každý byl tažen 6 koňmi. Tyto luxusní vozy významně posunuly vývoj ve všech zúčastněných, většinou uměleckých řemeslech. Svatební vůz Edvarda Farnese a Margarity Toskánské z roku 1629 měl dle popisu dvě hlavní části, korbu a vozový spodek s koly. Korba vozu byla uvnitř i zvenčí pokryta karmazínovým sametem zdobeným povrhu nachovými a zlatými výšivkami. Spodní část korby tohoto vozu pro 8 osob byla pokryta stříbrnými destičkami a kováním, zdobeným arabeskami a ornamenty, malými vázami a figurkami, v hlubokém reliéfu ze stříbra vypracovanými. Osm sloupků korby, nesoucích vozový kryt, bylo zdobeno stříbrnými maskami, figurkami jednorožců a znaky rodu Farnese. Také čelní a zadní plocha korby nesla bohatou stříbrnou výzdobu v podobě figurek a ornamentů. Vozový spodek i kola tohoto vozu nesly rovněž bohatou stříbrnou výzdobu. Korba byla zavěšena na zlacených kožených závěsech na čtyřech postříbřených sloupcích, umístěných po dvou nad přední a zadní vozovou nápravou. Tento popis má ukázat, jaká díla vznikala v 16. a 17. století. Tomu odpovídala vážnost cechu kolářů a kočárníků i s jejich patronem svatým Martinem.

Spolu s koncem středověku se začala rozvíjet další forma dopravy, vedle této aristokraticky pompézní. byla to znovuoživená pošta, související s rostoucím počtem

diplomatických i obchodních kontaktů mezi státy. Zde více než výzdoba byla žádána rychlost, a té odpovídal vůz, nazývaný u nás již koncem 15. stol. "kočí" nebo "kotčí". Tento název se později přenesl na vozku, řídícího spřežení tohoto vozu, a tak povstal "kočí". Ve dobových latinsky psaných listinách se tyto vozy nazývají "currus Kochy" a vozatajové "curriferi de Kots". Původ tohoto označení není přesně znám, může však být, že je odvozen od maďarské osady Kócs, ležící asi tři hodiny jižně od Komárna na staré poštovní silnici z Budapešti do Vídně. Tato osada by pak dala jméno i "kočáru", což je název, který se u nás ustálil již od dob Jana Amose Komenského. Ostatně anglický "coach" potvrzuje význam této maďarské osady v dějinách dopravy dodnes. Kočí vůz rychle pronikal do dalších zemí Evropy. Čtyřkolý kočí vůz měl lehkou korbu z proutěného pletiva a byli do něj zapřaženi 3 koně. Kočí tohoto vozu seděl na sedátku na předku vozu, zadní sedadlo bylo pro jednoho nebo dva cestující. Pasažérské sedadlo mělo malý kryt z plachtoviny, upevněný na několika dřevěných obloucích. Do vozu se vstupovalo po straně pomocí stupátka. Kočí vůz neměl korbu na závěsech, jako pozdější konstrukce kočárů, nýbrž odpružená byla pouze sedačka, a to polštáři a poduškami. Vůz neměl brzdy v podobě špalíček, přitlačovaných šroubem k obruči, nýbrž až do 19. století se brždění dělo tím, že se kolo zastavilo zaklesnutím řetězu za některou špici, případně podložením kola kovovým "hamulcem", zvaným též "šuba".

K rozšíření kočích vozů přispělo i to, že vytvořily základní dopravní park zřízeného či obnoveného poštovního provozu, který je u nás od roku 1527 spojen se jménem rodu Thurn-Taxisů. Rozmach kočích vozů a kočárů vedl i ke změnám architektonického řešení budov - dosavadní úzké vchody domů začaly být nahrazovány mohutnými portály a širokými vjezdy, a také nádvoří byla upravena tak, aby tam mohly karosy vjíždět a otáčet se.

K méně rychlé a pohodlnější dopravě osob byly od 16. a 17. stol. používány těžších a luxusnějších povozů a kočárů, které byly nazývány karosami podle italského jména "carrozza". Karosy měly těžké sedadly opatřené korby, které byly zavěšeny nad podvozkem na širokých silných řemenech. Tento kočár pojal 6 - 8 osob a zapřaženo do něj bylo několik párů koní. Zvláštní rozvoj zažívaly zejména po 16. století, kdy pominula doba zákazů a předsudků proti "vezení se ve voze", a kdy naopak bohatství a vznešenost nalézaly projev své reprezentace ve skvostně ozdobeném kočáru. Tento rozmach byl umožněn i tím, že od 17. století byly cesty v poněkud lepším stavu, a v městech byly alespoň částečně dlážděny a upraveny. Barokní doba uplatnila všechnu výzdobu, kterou můžeme vidět v barokním chrámu, rovněž na kočáru. Kočár byl záležitostí prestiže, a tak když kníže Antonín z Eggenbergu, vévoda krumlovský, byl jmenován vyslancem u papežského dvora, musel sáhnout hluboko do pokladny, aby si nechal vyrobit tomuto postavení odpovídající kočár. Vůz byl vyráběn v Římě a šlo vlastně především o vjezd do papežské residence. Poněvadž vůz nebyl ani za 9 měsíců hotov, musel vyslanec inkognito další dva měsíce v Římě čekat, aby se slavnostní vjezd mohl na oné žádoucí reprezentativní úrovni uskutečnit. Krom všeho možného dalšího byly pozlaceny i obruče kol. Kočáry ovšem nezřídka jely v průvodech prázdné, zatímco příslušný velmož jel na koni. Z toho ještě více vysvítá reprezentační funkce tohoto dopravního prostředku.

Mezi lehkými kočími vozy a těžkými drahými karosami se v Paříži za vlády Ludvíka XIV. objevuje další typ, a to vůz nájemný. navazuje na starou římskou tradici vozů, zvaných "rhaedae meritoriae", které bylo možno si najmout nejen pro jízdu v městech, nýbrž i na větší vzdálenosti. Firmu s nájemnými vozy zřídil pan Nicolas Savage, a jeho živnost ležela nedaleko kostela svatého Fiakra, světece pocházejícího z Irska. Tato skutečnost dala název službě, se kterou se může člověk dodnes setkat ve Vídni. Velké stanoviště fiakrů je přímo u svatoštěpánského dómu. Rovněž v Paříži se vedle fiakrů ujala i doprava většími povozy, které již provozovaly určitou formu pravidelné dopravy s jízdním řádem. Tato doprava byla ve Francii v polovině 17. století velmi rozšířena a stanice nájemných povozů jsou zapsány v průvodcích. Příklad Francie následovala i další velká evropská města.

Další konstrukční řešení kočárů pochází z Berlína, kde kolem roku 1679 postavil architekt brandenburského kurfiřta Filip de Chiesa nový typ lehkého kočáru. Inovace spočívala v tom, že jedna těžká rozvora, spojující přední a zadní nápravu v celek podvozku, byla nahrazena dvěma lehčími rozvorami po stranách. Tento typ kočárů byl proto nazýván "berlina". V 18. století se berlíny staly nejoblíbenějším druhem cestovních i městských kočárů. Rozvory byly v přední části vyklenuty, což umožnilo, aby přední kola při zatáčení vjela pod oblouky rozvor. Vozy se staly velmi pohyblivými a vcelku i lehčími. Objevuje se u konstrukce, u které je korba jakoby vpůli přeříznuta a přední část chybí. Cestující sedí v jakési skořápce, tvořené zadní částí korby a vpředu jsou chráněni pouze záclonkami, později skly. Tato konstrukce nesla název "Coupé" - kupé. Jiný způsob odstranění pevného nepohyblivého krytu představuje další typ: kožená střecha kočáru je v půli rovněž rozříznuta a obě poloviny je možno sklopit, jednu vpřed a druhou vzad. Poněvadž v takto upraveném voze jel Josef I., pozdější císař Josef I. do Landau v Bavorsku, dostal vůz onen název "landauer". Další zdokonalení kočárů nastalo v odpružení korby. Jsou to od konce 17. století klešťové pružiny, vynikající pařížský zámečník Dalem přinesl konstrukci ještě dokonalejší, předstiženou Elliotovými pružinami eliptickými.

Nákladní vozy zůstávaly, na rozdíl od osobních, po staletí i po tisíciletí nezměněny. Často bývá uváděn důležitý postřeh, že v jižních končinách Evropy se k nákladním vozům přistupovalo mnohem konservativněji a byly zachovávány staré tvary. Zvláště na Sicílii se dvoukolové vozy "carreto siciliano" staly součástí národní tradice a svou řezbářskou výzdobou jsou uměleckým dílem.

Alternativní pohon vozů, které by se obešly bez tažného zvířete, je prastarou myšlenkou. Již za římského císaře Kommoda v roce 190 se podle římského dějepisce Kapitolina objevily vozy, uváděné do pohybu otroky, otáčejícími šlapacím či ručním zařízením. Podobnou myšlenkou se zabýval i Leonardo da Vinci a Albrecht Dürer. Jeho dřevoryty představují nádherné vozy císaře Maxmiliána. Podobný vůz sestrojil roku 1649 norimberský mistr jemné mechaniky Jan Hautsch. Byl to vpravdě umělecký výtvar, zdobený dřevořezbami a malbami. Dva muži, ukrytí uvnitř vozu točili klikami a pohyb byl přenášen ozubenými soukolími na zadní kola. Pozoruhodný byl varovný systém - byly to dvě sochy andělů po stranách vozu, které zvedaly k ústům pozouny a troubily. Pokud tyto jemné signály nepomohly, začal drak na kapotě koulet děsivě očima a posléze stříkat z tlamy vodu. Vůz dosahoval rychlosti asi 2 km/hod.

V Nizozemí se objevují vozy, poháněné silou větru. Za příhodných podmínek terénních a větrných mohly dosáhnout až rychlosti 50-60 km/hod. a mohly vézt i deset a více osob. Toto vozidlo se často objevuje na rytinách ze 17. století, a byl to oblíbený zábavní prostředek.

Počátky novodobého silničního stavitelství

Stará římská tradice stavby silnic byla v Evropě na více než jedno tisíciletí zapomenuta. Je pochopitelné, že jakýkoliv rozvoj hospodářského života se nemůže obejít bez pozemních komunikací, bez dopravy, a stejně tak je zřejmo, že se nelze vrátit k římským silnicím, vykládaným polygonálními kameny. Rozvoj průmyslu umožňuje použít materiály, které jsou základem novodobých silnic - drcený kámen, šterk různé hrubosti. Objevuje se také několik lidí, ať již s jakýmsi přirozeným talentem nebo technicky vzdělaných, kteří přinesli znovu na světlo promyšlené silniční stavitelství, schopné využít nové možnosti a odpovídající novým požadavkům.

Angličan **John Metcalf** (1717-1810) přišel stejně jako Appius Claudius o zrak a jinak nepřišel s ničím novým, pouze stavěl silnice tak, že každou stavbu podle místních podmínek odborně připravil a pro vozovky používal pouze kvalitní kámen. Pochopil také, že podmínkou dobré, trvanlivé a spolehlivé silnice je odvodnění jejího základu. Při překonávání močálů kladl vrstvy hatí kolmo k sobě, takže celé těleso potom na tomto roštu jakoby plavalo. Mostní stavitelství v Anglii se orientovalo na litinu, a první železný most přes řeku Savern u Coalbrookdale postavili 1779. Další známý stavitel cest je MacAdam, který před 1820 dosáhl zpevnění vozovky vrstvou velešterku. Jeho silnice se staly pojmem, takže "makadamová silnice" je dodnes silnice se šterkovým povrchem.

Středověké dopravní poměry a potřeby na evropské pevnině se začaly výrazněji měnit po třicetileté válce, kdy se začínají rozvíjet ranně kapitalistické vztahy. Ty s sebou nesou obchodní integraci, která mění dříve nahodilé dálkové obchodní vztahy v pravidelné. Nový duch, daný pronikáním vědeckých poznatků do výroby, vede k vzniku nových technických a inženýrských oborů. To vede dále nejen k šíření odborné literatury, nýbrž objevuje se výrazná snaha o systematickou organizaci těch odvětví, které se neobejdou bez určité teoretické průpravy. To je významný impuls k tomu, aby vznikaly školy s technickým zaměřením, Jsou zde tedy snahy o systematickou organizaci technického vzdělávání.

Jednou z prvních škol na evropském kontinentě byl Pražský inženýrský institut, jehož založení spadá do prvních let 18. stol. Iniciátorem se stal Christian Josef Willenberg, který 1705 podal českým stavům návrh, určitý počet osob "v ingenieurství vyučiti". Od 1718 se na zprvu dvouleté pražské inženýrské škole začalo přednášet základům mechaniky, geometrie a dělostřelectví, ale také opevňování, nivelování, zakládání, kanálů, příkopů, rybníků a mlýnů, i civilního stavitelství. Prvořadým cílem školy byla ovšem výchova vojenských odborníků, přesto však z ní vyšlo mnoho odborníků pro stavby pozemní, vodní a silniční. Vojenské zaměření bylo definitivně zrušeno 1787 a od té doby se zde vyučovalo všem znalostem civilního inženýrství.

V druhé polovině 18. stol. doznívá bouřlivá stavební činnost barokního slohového období, vyznačujícího se především snahou o začlenění stavebního díla do krajinného prostředí. Na druhé straně byla pro zvýšení estetického účinku barokních staveb upravována i krajina. Jsou to především aleje lemující cesty, paprskovitě se sbíhající k objektu. Technika stavby silnic se ještě začátkem 18. stol. nacházela v hlubokém středověku. Místo stavby umělé vozovky se sypala hlína na rostlý podklad, ve vlhčích územích na hatě. Podél cest nebyly příkopy – naopak – drny a hromady hlíny měly chránit před vjížděním na pole a činily z cesty koryto. Silnice se „udržovaly“ hlínou, kamením, drny, často i dřívím nebo slámou. Trvalo více než jedno století, než se silniční stavitelství dalo novou cestou, vynucenou zvýšenými požadavky dopravy. Nemalou měrou k tomu přispěly i nové konstrukce vozů, a to nahrazením některých dřevěných součástí železem. Vedoucí postavení na vývojové cestě zaujala Francie a Rakousko, kde pro to byly technické i ekonomické podmínky.

Prvním zlepšením, které přinesli francouzští inženýři, bylo omezení podélného sklonu silnice. Průkopníkem se stal

Pierre Maria Jerome Trésaquet (1716-1796) Uplatňoval zásadu maximálního stoupání 5%. Přitom rozdělil silnici do několika úseků s různými podélnými sklony, takže vytvořil systém pozvolna vzestupných ramp. Například silnici délky 1170 m překonávající výšku 45 m rozdělil na pět rampových úseků o délkách 200-250 m a sklonech 2,8-5%. Efekt byl v tom, že zvířata se tak unavila méně než při stálém stoupání 4%. Mimo to vložil mezi úseky s různými sklony místa pro odpočinek, dlouhá asi 40 m. Je v tom první náznak snahy založit techniku stavby silnic na vědecký základ. Ještě větší pozornost než vedení trasy byla

věnována příčnému průřezu silnice, přesněji řečeno její šířce. Šířka silnice musí odpovídat jejímu dopravnímu významu. Na základě těchto zásad byly silnice ve Francii rozděleny do 4 tříd se šířkou 14, 12, 10 a 8 m.

Pokud jde o stavbu tělesa, rozšířily se dva způsoby, francouzský a rakouský. Stará **francouzská metoda** spočívala v tom, že se na základ z plochých, na vazbu spojených kamenů ručně kladly větší kameny, které se pohodily drobně roztlučeným šterkem. Kamenná vrstva měla uprostřed tloušťku 0,95 m a po stranách 0,63. po stranách byly odvodňovací příkopy. Tato konstrukce se používala ještě koncem 18. stol hlavně v Německu. Trésaquet navrhl změnu v příčném řezu, charakteristický zpevněnou kamennou vrstvou – byly to dlaždičky vedle sebe položené jehlanovité přibližně stejně vysoké kameny, které byly mezi sebou vyklínované tak, že tvořily stabilní vrstvu, vysokou 15-20 cm. Na tuto vrstvu se rozprostřela vrstva udusaných menších kamenů, silná asi 8-10 cm. Na to přišla 9 cm silná vrstva drobného šterku zvící ořechu. Na kvalitu této vrstvy a tvrdost právě tohoto šterku se kladl veliký důraz - na neúnosném terénu spočívalo vše na 7-8 cm tlusté vrstvě z plochých kamenů.

Rakouská metoda byla používána přibližně od poloviny 18. stol. Na urovnanou pláň se kladly větší ploché lomové kameny, které se ovšem navzájem nedotýkaly, takže jejich stabilita nebyla dokonalá. Předpokládalo se zpevnění celé vrstvy (horní plocha kamenů nebyla zcela rovná) se dosáhne vyplněním mezer zahliněným šterkem a jeho udusáním. Tloušťka tohoto zásypu musela být taková, „až se neukázaly žádné otvory“, což bylo kritériem kvality a pevnosti celého tělesa. Na tuto šterkovou vrstvu se rozprostřela 16-21 cm hrubá vrstva menších lomových kamenů, zpevněná pískem nebo zeminou, a na to vrstva čistého hrubého nebo jemného šterku. Celá tloušťka „silnice“ byla kolem 50 cm. Známou postavou moravského silničního stavitelství byl **Jan Gross**, který stavěl silnice v Haliči, Dolních Rakousích a byl uznáván i ve Francii, kde se podle jeho systému stavěly nejen silnice, ale i vozovky na mostech. Jeho zvláštní myšlenkou jsou „přírodní cesty“ souběžné se silnicí, ty se používaly v létě a erární silnice se tím šetřila. Tak se na 83 km silnice ušetřilo ročně 4000 zlatých. Jeho systém spočíval ze 4 vrstev, o tloušťkách 6,5, 4 a 3 palce, které se zhutňovaly samostatně. Aby se zamezilo vyježdění kolejí, byly na silnici kladeny trámové překážky, které se posouvaly, takže vozkové jezdili ve vlnovkách. Tyto silnice měly obdivuhodnou životnost 30 let, a když se některý úsek rekonstruoval, byl tak tuhý jako kámen a vozovka musela být palicí roztlučena.

Inženýrská škola ve Francii byla otevřena o 30 let později. Byla to „První pařížská kreslířská škola“, založená 1747, a byla pro zeměměřiče a kreslíče map cest a silnic a vyučovalo se vše, co se víže k mostům a silnicím. 1760 byla přeorganizována a přejmenována „**École des ponts et chaussées**“. Absolventi této školy brzo vynikli a mosty i silnice jimi postavené se staly vzorem. Sám ředitel, inženýr Perronet, navrhl a realizoval několik mostů. Inženýr byl ovšem původně vojenský odborník, který navrhoval a řídil opevňovací stavby, vymýšlel způsoby dobývání a hájení opevněných míst. Slovo pochází ze španělštiny, v níž byl nazýván ingeniosem řidič válečných strojů (ingenio) teprve později přešlo na civilní odborníky, a to nejprve ve Francii.

Stavbě silnic se věnoval i Johann Wolfgang Goethe, (1749-1832). Byl typem renesanční osobnosti s všestrannými zájmy. Studoval přírodní vědy, nauku o barvách a dělal silničního ředitele sasko-výmarského vévodství v letech 1779-1786. Zřídil 5 cestmistrovských okrsků, cestmistřům byli podřízeni silniční pacholci. Na údržbu silnic hleděl jako na svůj hlavní úkol.

Počátky a vývoj železné dráhy

Koněspřežné dráhy

Myšlenka snazší dopravy po kolejích pochází již ze středověkých dolů, kde to byly důlní vozíky, "hunty", jezdící zprvu po trámových a poté i železem pobitých trámových drahách. Tato myšlenka byla uplatňována posléze i při povrchové dopravě a doznala značného rozšíření ještě předtím, než se na světě objevila železnice s parní lokomotivou.

V Čechách se koněspřežná dráha přimkla k trase „Zlaté stezky“, na které se na soumarech dopravovala sůl do Českého království. Bylo dopravováno až 50 vozů denně. Tento provoz vyvolal představu možnosti postavení průplavu, který by spojil Dunaj s Vltavou. Bylo by to jistě dalekosáhlé vodní dílo. Vědeckým ředitelem projektu, který se touto myšlenkou zabýval byl František Josef, rytíř z Gerstnerů, profesor vyšší matematiky a mechaniky a ředitel pražského polytechnického ústavu. Úkolu se ujal a v předvečer nového roku 1808 předložil překvapující nález: nikoliv průplav, který by vyžadoval 243 zdymadel, nýbrž železnice! Napoleonovo tažení ovšem způsobilo, že ve Vídni měli jiné starosti, a teprve po 6 letech vydává Gerstner svou zprávu knižně. Mezitím dorostl ve zdatného inženýra jeho syn František Antonín, který si vzal dovolenou z profesury na vídeňské technice, poznal osobně Anglii, ale vrátil se jako odpůrce smíšených drah anglických, kde se vodorovné úseky střídaly se stoupáními a koňská trakce s parní. Zastával rovněž zásadu, že železnici nutno považovat za silnici prvotřídní kvality. Vypracoval proto projekt koňské dráhy z Českých Budějovic do Mauthausenu, jejíž trať měla stoupání asi 1% až do rozvodí, a potom stejně tak klesala. Při stanovení poloměrů oblouků i sklonů měl již na mysli parní provoz. 7. září 1824 bylo Gerstnerovi uděleno privilegium na 50 let s podmínkou dokončení stavby do 6 let. Rozpočet zněl na milion zlatých, vytvořena akciová společnost třech obchodních domů. Se stavbou započato 28. července 1825 za odporu a bouření obyvatelstva, ohrožujícím inženýry i na životech. Na díle pracovalo 6000 dělníků a 1000 koní. Gerstnera ovšem provází nedůvěra, že staví příliš drazé. Kolejnice byly v náspech podezděny až na rostlou půdu. Gerstner je posléze vystřídán jednadvacetiletým Matyášem Schönererem, který mění směr i způsob výstavby dráhy, bez předpokladu budoucí parní trakce. Gerstner odchází ze služeb společnosti, a to nejprve do Anglie, a poté do Ruska, kde postavil první parní železnici z Petrohradu do Carského Sela. Posléze hledal pro svou činnou povahu uplatnění v Americe, kde 1840 zemřel uprostřed velkých plánů. Schönerer zlevnil stavbu asi o 8%. 1. srpna 1832 byl zahájen provoz. Zatímco Gerstner měl minimální poloměr 189,6 m, Schönerer 37,9. Na takové trati by ovšem lokomotivy jezdit nemohly. Když byla v letech 1869-72 dráha představována na lokomotivní, byla Gerstnerova stavba použita, zatímco Schönererova opuštěna a v dražbě rozprodána.

Trať byla položena železnými litinovými kolejnicemi dlouhými 2.85 m na podélných dřevěných trámech, zapuštěných do příčných prážců. Jízda osobního vlaku trvala asi 14 hodin, proto byla v Kerschbaumu první nádražní restaurace. K jízdě potřeboval cestující pas a policejní nebo vojenské povolení. Pro bohaté byly kolejové kočáry. Nákladní vlak jel trať tři dny. 1842 měla dráha 762 nákladních a 69 osobních vozů, jízdní řád byl poměrně spolehlivě dodržován a personál byl svědomitý. V Německu se plány na stavbu podobné trati rozbily o mnoho potíží ze všech stran.

V severní Americe byla r. 1826 koncesována a následujícího roku otevřena první železná dráha, vedoucí k žulovým lomům v Quiney, kolejnice byly ze dřeva pobitého plochým železem. V letech 1827 a 28 byly postaveny ještě dvě podobně vystrojené krátké horní dráhy, teprve roku 1828 byl slavnostně položen základní kámen k stavbě prvního úseku dráhy z Baltimore do Ohio. I to byla koňka. Americkou zvláštností byly plachty, jimiž byly,

ojediněle ovšem a ne dlouho, vybaveny některé železniční vozy, a hnány tak rychlostí až 19 km/hod. Také ovšem někdy převrženy. Větší naděje byly vkládány do „lokomotiv s koňským pohonem“, kde šel na plošinovém vagónu kůň na nekonečném pásu. Když však tuto lokomotivu zkoušeli, došlo k nehodě, protože přejeli krávu, což vyvolalo konflikt mezi diváky. Tento cycloped se nazýval „Létající Holanďan“ a po nehodě byl dán do šrotu. Koně ovšem táhly i první železnici francouzskou, 22 km dlouhou ze St. Etienne do Andrezieux, s litinovými kolejnicemi, i posléze vystavěnou ze St. Etienne do Lyonu, 66 km dlouhou hotovou 1835. I první ruská železnice, postavená 1837 Gerstnerem a Pernerem byla provozně smíšená měla koňskou i parní trakci. Tak tomu bylo i na první železnici německé, vedoucí z Norimberka do Fürthu, otevřená 1835. Na Slovensku se podobná stavba rovněž prosazovala těžce. Teprve v r. 1836 se ozvalo na uherském sněmu, kde se mluvilo latinsky, „ductus ferreos“. Stavěli ovšem prý někdy systémem, zvaným poněkud hanlivě "bláto na bláto". Se stavbou se začalo 1838 z Bratislavy do Sv. Juru. 1846 dojel vlak až do Trnavy. Technicky byla ovšem tato trať provedena dobře, na štětovaném podkladě byly položeny dubové příčné pražce, do nich zapuštěny podélné trámce s plochými kovanými železnými pásy. Ty byly 2,84 m dlouhé, 13 mm silné a 58 mm široké. K trámu byly přibity 5 hřeby. Občané města Modré se ubránili stavbě, která dle nich jen podporovala zkázu mravů, a trať byla vedena půl hodiny od města. Za třicet let, kdy se trať přestavovala na parní byli ochotni zaplatit 60.000 zlatých za posunutí trati k městu. Pozdě...

Počátky kolejové dopravy

Vraťme se ještě podrobněji k počátkům kolejové dopravy. Starý Plinius, římský dějepisec, píše o tom, že byly zřizovány kamenné dráhy, po kterých byly dopravovány kamenné kvádry při stavbě pyramid. Starým Řeckem probíhala síť posvátných cest, po nichž šly průvody poutníků a projížděly posvátné vozy, a tyto cesty byly opatřovány zářezy, jejichž rozchod byl 1625 mm. Pro vyhnutí byly zřizovány výhybky. Takové cesty byly zřizovány všude tam, kam sahal řecký vliv. Římané ovšem žádné koleje nestavěli, protože silnice byly především myšleny pro rázný krok legií. Ve středověku nutno k stavitelům cest připočíst i sucho, které vysušilo močál, a mráz, který postavil most přes řeku. Pozoruhodná je zpráva Šebestiana Münstera, který r. 1550 popisuje všechny země Svaté říše římské, a tu zaznamenává kuriozitu, kterou viděl v dolech v Alsaském Leberthalu – viděl tam na nerovný podklad položena prkna, a také vyobrazil „instrumentum tractorium“, hunty, které se tak jmenují proto (podle Agricoly) že vydávají zvuky ne nepodobné psímu vytí. Vozíky byly vedeny kolíkem, který zasahoval do žlabu mezi trámy. Toto zařízení bylo užíváno v dolech německých, českých i uherských, a když král Jindřich VI. 1452 pozval horníky do Anglie, přinesli tam i tuto inovaci. Podobné dráhy byly zřizovány nejen v dolech, ale i mezi doly a přístavy. Trámy byly ovšem v této funkci velmi nespolehlivé. Proto napadlo v první polovině 17. stol. northumberlandského těžaře Beaumonta, aby podélné trámy spojil prahy příčnými pomocí hřebů. Čtyřkolové povozy se nazývaly „waggons“ na rozdíl od dvoukolových kar „waynes“. Z Jarsova cestopisu, líčícího cestu do Newcastleu o 100 let později se dovídáme, že tyto ztužené dřevěné dráhy byly stále zlepšovány. Jejich zakládání předcházela nivelace, spodek byl urovnán, naň kladeny příčné dubové pražce asi půl metru od sebe, na ně pak přibíjeny trámy, a to dvojité, aby nebylo nutno vyměňovat celou konstrukci. Na vnější stranu byly přibíjeny fošny, kterými byla kola rovněž vedena.. Koncem 17. stol. bylo na jednom dole v provozu 600 vagonů. Tyto dráhy přivedly na svět i nové problémy soukromoprávní, týkající se výkupu pruhů pozemků na tratě, křížení tratí atp. První zákonodárný zásah anglického parlamentu v těchto otázkách se udál r. 1758.

Kolo je pevně vedeno železným pásem.

Postupný pokrok při výrobě železa se nezastavil ani před těmito dosud dřevěnými drahami. Už „Perkwerchbuch“ z pol. 16. stol. mluví o tom, že trámy byly v zatáčkách zpevňovány na prst širokými kovanými pásky. To se dle dokladu z r. 1716 dělo i v Anglii. Bylo to ovšem opatření v té době dosti drahé, ale litinové desky, doložené 1738, nebyly levnější.

Zde však pomohla náhle vyvstávající situace. 1767 byly anglické hutě postiženy odbytovou krizí, a začalo se přemýšlet, co s železem. Spolumajitel hutí v Coalbrookdale, Reynold, první připadl na myšlenku odlévání trámů ze železa pro dráhy. 13. listopadu 1767 spatřila světlo světa první kolejnice, zrozená ovšem z tísně s představou, že až krize pomine, budou odlitky vráceny do železáren a prodány. Vozy však běžely s takovou lehkostí, že k tomu nedošlo. Zanedlouho se železná kolejnice rozšířila po celém okolí. První kolejnice měly ve své horní ploše nehluboký žlábek, určený k vedení kol. ten však při větší rychlosti nedokázal zabránit vykolejení. Osmnáctiletý podnikavý John Curr začal asi o deset let později zhotovovat kolejnice s vyvýšeným vnitřním okrajem, což nebylo nic nového, ale památné je to proto, protože tyto kolejnice určily normální rozchod 1435 mm, měřeno mezi hlavami kolejnic, a to 14 mm pod úrovní hlavy kolejnice. To jsou 4 anglické stopy, což byl rozchod obvyklý u silničních povozů. Posléze se ukázalo, že podélné trámy pod těmito kolejnicemi hnily, a že je však možno je odstranit. Na Currovu kolejnici, která byla vlastně L profilem, mohl vjet jakýkoliv silniční povoz. 1789 napadlo Angličana Jessopa, že bude výhodnější, bude-li plochá kolejnice zaměněna za vysoký nosník, později hřibovitý, kde by kolům v sjetí z kolejnice bránil zvláštní okolek. Jednotlivé kolejnicové díly, sahající od pražce k pražci, byly řešeny částečně jako nosník o stálé pevnosti. Lité kolejnice byly posléze nahrazeny kovanými, a to ve větším rozsahu na trati v Cumberlandu 1808 a zkušenost ukázala, že byly mnohem trvanlivější, ostré hrany kolejnic však poškozovaly nákolky kol. Válcování se objevuje 1820, s hlavou a stojinou, ale stále proměnlivého rybovitého tvaru. I Georges Stephenson se nedokázal oprostít od představy, že to jinak nelze. Teprve jeho syn Robert odvážil se použít válcovanou kolejnici s neměnným profilem. Tyto dráhy byly ovšem taženy koňmi. 1801 byly anglickým parlamentem udělena první výsada k provozování veřejné koňské dráhy, a to z Croydonu do Wandsworthu na Temži v hrabství londýnském. Dráhu mohli po zaplacení poplatku používat všichni, kdo měli koně a vozy, schopné po železničních kolejích jezdit. Podnik ovšem zkrachoval a stavěly se opět pouze železnice uhelné. Teprve 19. dubna 1821 bylo uděleno výsadní povolení novému veřejnému dopravnímu podniku mezi Stocktonem a Darlingtonem a koncem května příštího roku byla stavba zahájena a v květnu 1823 slavnostně položena první kolejnice, nové, 40,2 km dlouhé trati. Rozchod byl 1435 mm. Jet mohl i zde každý, kdo měl koně, zaplatit, a měl vhodný „waggon“. Trať se stavěla 4 roky, měla značné sklony, kde byly vozy vytahovány stabilním parním strojem. Na druhé straně byly opatrně spouštěny. Strojník na vrcholu kopce sledoval situaci na trati a signály dalekohledem. Tato dráha již prospívala a v r. 1825 bylo již asi 29 tratí o celkové délce 256 km. Za deště se ovšem často nejezdilo, protože ani popel, sypaný na kolejnice nedokázal odstranit smyky kol při brždění. Zařízení pro překonávání stoupání a klesání byla předmětem mnohdy velmi kuriozních vynálezů.

V poslední čtvrtině 18. stol. bylo možno v hornickém Cornwallu, starém hornickém kraji, spatřit nezdárného žáka cambornské školy, jedině do které chodil, syna důlního účetního **Richarda Trevithicka**. Jen počítat uměl dobře. „Výsledek je správný, ale nikoliv postup!“ plísnil ho učitel. Richard nato: „Ale mám to šestkrát rychleji než druzí“. Nedal se poutat řádem starých zvyklostí, vyrostl v obávaného a ramenatého chlapíka, vynikl v důlním měření a stal se váženým inženýrem. Staví parní čerpadla i vozy, nemá ale štěstí. 1802 obdržel patent na parní kotle o vysokém tlaku. Na jedné ze svých cest přišel 1803 do Penydarranu v Jižním Walesu, a tam se s ním jakýsi těžář Hill vsadil, že se mu nepodaří sestrojít parní vůz, kterým

by bylo možno dopravovat náklady po kolejích tamní horní koňské dráhy. Sázka byla o pěknou summu 500 LST. Tažený náklad měl být 10.000 kg. V úspěch nevěřil ani pan Homfray, majitel dráhy. Trevithick vyhrál. Jeho „tram waggon“, jehož obě nápravy byly poháněny ozubeným soukolím a to parním strojem o tlaku 2,8 atm s velkým setrvačником a jediným parním válcem. Utáhl 26 tun, což bylo 5 vozů a 70 cestujících, kteří dokonce „po celou dobu jízdy seděli“. Vlak jel 5km/hod, lokomotiva bez zátěže až 26km/hod. Pod těžkým strojem praskaly koleje a po 5 měsících znovu zapráhli koně, to však ji Trevithick staví lehčí stroj pro doly wylamské. Tentokrát zas byla lokomotiva příliš lehká a kola prokluzovala. Důležitou okolností je to, že tato trať vedla vesnicí Wylam kolem chatrče, kde se 23 roky předtím narodil Jiří Stephenson. Druhá Trevithickova lokomotiva tedy na trať nevyjela a byla později přestavena na stojatý parní stroj. Houževnatý muž postavil třetí lokomotivu a v r. 1808 pronajal v Londýně v Euston Square kus pozemku, kde v prkenné ohradě položil do kruhu koleje a po nich se rozjela lokomotiva „Catch me who can“. Cesta na vozíku stála 1 šilink, vlak jel rychlostí asi 30 km/hod. Trevithick ovšem neseděl u kasy ohrady, nýbrž vedl stavbu tunelu pod Temží. Stavba se dařila do vzdálenosti 1200 m pak došlo k průniku vody a zalití celého díla. Trevithick se ovšem dostal do sporu s majitelem pozemku, na kterém pořádal svou železniční atrakci, a to ho urazilo a dorazilo. Vrátil se zpátky do Cornwallu. Ještě jednou se na něj štěstí poněkud kysele usmálo – v peruánských dolech zavedli jeho vysokotlaký stroj, Trevithick tam byl královsky přijat, ale válka brzo nato vypuknuvši všechno zmařila. Po útěku pralesem se vrací chudý domů z Panamy, když je milosrdně přijat na loď, setkává se tam s vracejícím se mladým Robertem Stephensonem, šťastným synem šťastnějšího soupeře Trevithickova. Loď ovšem ztroskotala a oba zachránili jen holé životy. V Anglii se zlomený a chudý Trevithick dočkal Stephensonova úspěchu, a r.1833 je mezi majiteli dílen a dělníky uspořádána sbírka na pohřeb chudáka, který zemřel v ubohém venkovském hostinci v Dartfordu. Byl to člověk velký a nešťastný, byť si mnoho neúspěchů zavinil svou vznětlivostí. Podivné je ovšem to, že byl zcela zapomenut největší klad Trevithickových lokomotiv, totiž hladké kolo a hladká kolejnice. Hlavy řady dalších vynálezců posedla podivná pověra, že to nelze, a začali proto vymýšlet věci, nad kterými zůstává rozum stát.

Tak například **John Blenkinsop** byl důlním správcem a r. 1811 vymyslel s inženýrem **Matthewem Murrayem** lokomotivu, jejíž kola nebyla přímo hnána parním strojem, nýbrž tím byla hnána (dvěma válci a svislými ojnicemi) ozubená kola, zapadající do ozubnicových kolejnic. To se osvědčovalo ve stoupání, kde při sklonu 1:15 utáhla 15 tun rychlostí asi 16 km/hod. takových lokomotiv bylo od r. 1812 postaveno několik. Trať z middletownských dolů do Leedsu byla dlouho obdivována cizími odborníky a mezi zvědavými návštěvníky a obdivovateli byl i ruský car Mikuláš.

Bratři Chapmanové v New-castle položili mezi koleje řetěz, který lokomotiva navíjela na buben, otáčený parním strojem. Tato myšlenka byla později použita u tzv. řetězových parníků, které byly kdysi i v Ústí nad Labem.

Brunton přidal na zád lokomotivy jakési chůdy, jimiž pohybovaly písty parních válců, resp. měly pohybovat. Genius techniky se na takové trápení vědy nemohl dívat a dal milosrdně vybuchnout parnímu kotli ještě před započetím jízdy. Někteří vymysleli dokonce věrné napodobeniny koňských kopyt nebo kola opatřená bodci a ostny, jimiž se lokomotiva měla odpichovat.

Christopher Blackett je jedním z nemnoha těch, kteří tomuto šílenství nepodlehli. Byl to on, kdo si objednal u Trevithicka onu lehkou lokomotivu a přes nezdár zůstal myšlenice adhesních lokomotiv věren. Po Trevithickově odchodu mu dělmistr Waters stavěl další lokomotivy. První z nich vybuchla, když chtěl strojvedoucí zvýšit tlak zatížením pojistného ventilu. „Buď půjde ona nebo já“, řekl a skutečně se stalo, šel do věčného depa. Hned nato postavili ve Wylamu třetí stroj, kde si přece jen pomohli Blenkinsopovou ozubnicí. Doprava

8-9 vozů dolů do přístavu, vzdáleného 6 km trvala 6 hodin, protože kolejnice pod těžkou lokomotivou praskaly. „jak to jede?“ ptávali se kolemjdoucí strojvůdce, a ten odpovídal: „Dobře, jenže ne po kolejích, ale z kolejí“. Za každým vlakem byly vedeny koně pro opět nasazení na trať. Mnohým lidem to připadlo poněkud komické. Přestali se však smát, když Blackettův důlní dozorce **William Hedley** v Newcastlu, poučen pozorováním a zkušenostmi, správně odvodil vztah mezi vahou stroje a jeho tažnou silou. Uvěřil tření, a přišel na to, že je třeba nápravy spráhnout. A tak na wylamských kolejích projela 1813 lokomotiva s hnacím ústrojím sice složitým, s adhesními koly spřaženými řetězem, kyvadlem a ozubeným soukolím, s kotlem z kujného železa (ne z litiny), která sloužila až do r. 1862 a je v keningstonském muzeu a nazývá se „Puffing Billy“

Jiří Stephenson a jeho přínos

V uhelném kraji Northumberland leží již zmíněná ves Wylam, kde se 9. června 1781 narodil chudému dělníku na šachtě synek Jiří, po otci Stephenson. První výdělek mu dala dráha - za 2 groše týdenní mzdy odháněl z trati koňské dráhy krávy. Rád poslouchal vyprávění starého topiče a sám pak postoupil z kočího na pomocného topiče, poznal tajemství Newcomenova stroje a v sedmnácti letech se stal strojníkem a nadřízeným svého otce – topiče. Teprve nyní začal chodit do školy. Po třech letech mu byl svěřen těžní stroj. Z manželství s Fanny se mu narodil syn Robert, Fanny však po dvou letech zemřela a otec oslepl. Mezitím na novém dole v Killingworthu nemohli nic svést s novým velkým parním čerpadlem a jeho nepravidelným chodem. V neděli odpoledne si tam Jiří zašel a za čtyři dny stroj čerpal jako hodinky. Stal se tam pak dobře placeným strojmistrem a opravoval pak stroje v celém okolí. Roku 1812 se stal důlním inženýrem.

Viděl, kde je úzký profil důlního provozu. Deset měsíců stavěl lokomotivu, poučen zkušenostmi předchůdců. I on věřil ve tření. 25. července 1814 jel na killingworthské dráze poprvé vlak, tažený novou lokomotivou „Mylord“ (přezvanou později po vojevůdci Blücherovi), za kterou bylo přivěšeno 8 vozů s 30 tunami uhlí, se kterými jela 5-6 km/hod. nebylo to mnoho od stroje velmi neúhledně zpracovaného. To bylo ovšem tím, že kvalifikovaní zámečníci a mechanici odmítli pracovat podle návodu bývalého odhaněče krav a příštípkaře. Lokomotivu tedy vyrobili kováři. Když poznal, že příčinou malého výkonu je malý tlak v kotli, podle Trevithickova příkladu svedl vypouštěnou páru do komína a tahem zlepšil hoření a tím i tlak páry. Pro zvětšení počtu spřažených náprav spráhl hnací nápravu s první nápravou tendru. Spřažení bylo uskutečněno řetězem. Ten byl pak nahrazen spojovacími tyčemi, které však praskaly. Příčina byla shledána ve špatném stavu svršku, stroj se při přejíždění styků krátkých kolejnic silně ořásal. Odstranění těchto otřesů hodlal Stephenson dosáhnout parním pérováním pomocí 4 válců, což se neosvědčilo a bylo nadále provozováno pomocí ocelových pružnic. Stephenson na to šel ovšem i jinak a správně – zlepšením svršku dráhy. Až do té doby byly kolejnice kladeny přímo na nerovný terén. Stephenson upravil uložení kolejnic na pražcích, nahradil litá kola kovanými, a lité kolejnice nahradil kovanými. Dařilo se mu dobře, syna Roberta mohl poslat na univerzitu do Edinburgu.. Po jeho návratu byli oba pozváni do Hettonu v Durhamském hrabství, aby upravili jejich dráhu pro parní provoz. Postavili dráhu přerušenou pěti svážnicemi, kde plné vagony vytahovaly prázdné soupravy, a dvě svážnice s navijákem, poháněným parním strojem. Dráha zahájila provoz 1822 s 5 lokomotivami, a všechny zkušenosti použili při stavbě trati ze Stocktonu do Darlingtonu. Tam získal důvěru duše železniční společnosti, domluvili se a začali. Stephenson zároveň koupil v Newcastlu pozemky a začal stavět první lokomotivku. Syn námahou ochuravěl a byl poslán na zotavenou do Jižní Ameriky na stavbu důlních strojů. Nebylo ovšem ještě jisto, zda tato trať nebude koňka, koně už byli málem nakoupeni. Stephenson dosáhl toho, že bylo dovoleno udělat alespoň pokus, o jehož nezdaru byli krom něj všichni přesvědčeni. Stephensonův závod obratem dodal objednaný stroj a brzy

poté další dva, lokomotiva byla dovezena po silnici a nasazena na trať na úrovňovém přejezdu u Aycliffe Lane. 27. září 1825 byl spuštěn dlouhý vlak ze svážnice na volnou trať, kde čekala lokomotiva řízená samotným Stephensonem. Vlak, ke kterému byla připojena 4 kolová lokomotiva „Active“ byl naložen uhlím a moukou, v adaptovaném dostavníku jeho předsednictvo, a 21 vozů bylo vybaveno lavicemi, na kterých sedělo 450 osob. Váha vlaku o 34 vozech byla 90 tun. Před vlakem jel jezdec s praporkem. Rychlostí 19-20 km/hod projel vlak trať tam a zpět. Bylo vyhráno a rozhodnuto. Na této trati zavedl Stephenson také výhybky, kde si vyhýbaly vlaky tažené lokomotivami s koňskými. Dráha byla veřejná a kdo měl vůz a příslušný obnos, mohl jet. Byl z toho ovšem zmatek a nezdárka i rvačky. Konec tomu učinil až jízdní řád. Díky trati vzrostl původní statek Middlesbrough na významný severoanglický přístav. To vše však byla pouze předehra.

Liverpool a Manchester byly spojeny závislostí na přístavu a odbytišti. Cesty již nestačily, a proto byly zřízeny dva průplavy, ty však byly tak bídne udržovány, že cesta jimi trvala déle než cesta bavlín přes oceán. Cena za dopravu byla horentní, protože nebyla konkurence. V r. 1821 upozornil Liverpoolský velkoobchodník Sandars na výhody důlních železnic, založil výbor a sjednal s podnikatelem důlních železnic předběžný projekt. Objevení se zaměřovačů vyvolalo povstání vesnického obyvatelstva, podněcovaného rychtáři, kazateli a faráři, proti mravy rozvracejícím novotám. Pravými strážci mravů byly ovšem ve skutečnosti obě kanálové společnosti a jejich monopol. Obchodníci se však nedali, a osobně pozvali oba Stephensony k účasti na tomto velkém železničním podniku. Věc se dostala až před parlament, který musel řešit údajnou nesprávnost nivelace, přerušení průplavu křížením s tratí, obtěžování kraje kouřem, byla vznesena námitka, že je nemožno překonat močály Chat Moss, hořekovalo se nad rozříznutím a zneklidněním šlechtických luk, honiteb a parků, strašilo se vyhořením veškerého osídlení, zánikem chovu koní a šílenstvím zvířat i lidí při pohledu na lokomotivu. Stephenson, který trať před parlamentním výborem obhajoval si vůbec nemohl dovolit mluvit o projektované rychlosti 30km/hod, protože členové komise omdlávali hrůzou při 16 km/hod. Musel odpovídat na otázky, co se stane, když na trať vstoupí kráva, když déšť uhasí oheň v kotli, když vítr odkryje za deště příkryvku, kterou bude lokomotiva jistě jako kůň přikryta. Návrh byl zamítnut po dvoudenní řeči učeného člena sněmovny Aldersona, který označil Stephensona za bezradného, neschopného a tápajícího. Vyměřili novou trať a v této podobě návrh posléze prošel. Se stavbou bylo započato bezprostředně, 63 kamenných mostů, násyp přes bažinu, zářezy skalami, tunel u vjezdu do Liverpoolu. Stephenson vynalezl výhybky, návěsti, točnice, i dispozici stavby tunelů a mostů. V hlavách členů společnosti byla však ještě stále představa vlaků, tažených navijákem parním strojem. Na trati dlouhé asi jako z Prahy do Nymburka by se vlak 19x přepínal z jednoho navijáku na další. Proti takovým nápadům se Stephenson ostře ohradil a slíbil postavit lokomotivu, která potáhne vlak rychlostí 30km/hod., čemuž se mnozí srdečně zasmáli. Opět se v novinách objevily články o zhoubném vlivu lokomotivy na chov dobytka, bažantů, slepic, lišek, hynutí ptáků v otráveném vzduchu, výbuchy lokomotiv, vyhynutí koní a následný bídý krach všech producentů sena a píce. 25. dubna 1825 to vše vysvětluje výboru akcionářů, a on, který v té době postavil již 55 lokomotiv trpělivě odpovídá na slabomyslné otázky lidí, kteří lokomotivu v životě neviděli. Znalci rozhodli pro provoz vlečným lanem. Maximální ústupek byl, že povolili Stephensonovi (jehož továrna byla v obtížích) použít na trati lokomotivu na zkoušku při dopravě materiálu. To rozhodlo, lokomotiva se osvědčila a společnost vypsala cenu 500 LST na nejlepší lokomotivu. Stanoveny byly tyto podmínky:

Neměla být dražší než 550 LST

Měla utáhnout náklad 20 t rychlostí 16 km/hod při tlaku páry nejvýše 3,5 atm,

Směla sama vážit nejvýše 6 t.

Pro posouzení strojů byla část trati u vesnice Rainhilu, asi 3 km dlouhá, určena jako závodistiště. Stephenson ještě vyřešil uspořádání kotle, když na radu tajemníka nové dráhy

Henryho Boothůva vyměnil vodotrubné uspořádání za žárotrubné. Byla to geniální rada neoborníková, která zůstala stálým prvkem lokomotivní konstrukce. Na památném kolbišti reinhillském dýmaly 6. října 1829 čtyři lokomotivy:

Stephensonova The Rocket

Braithweiteova a Ericksonova The Novelty

Hackworthova The Sans Pareil

Burstallova The Perseverance

Připletl se tam ovšem i Cycloped o 1 koňské síle, ale ten nevyhovoval podmínkám soutěže a byl vyřazen. Závodilo se několik dní. Jediný stroj, který byl včas připraven byla Raketa a ta již v předběžných zkouškách dosáhla rychlosti 40 km/hod. a vyplňovala program, protože ostatní lokomotivy měly ještě defekty. Ve vlastním závodě dosáhla Raketa rychlosti 46km/hod, zatímco Nevyrovnatelná i Novinka musely být odvečeny k opravě, zatímco vytrvalost odpadla pro velkou spotřebu paliva a těžkopádnost. Raketa naprosto zvítězila a Stephenson se o cenu čestně rozdělil s účetním Boothem, který mu poradil žárotrubné uspořádání. Akcie společnosti stouply o 10%.

15. září 1830 bylo slavnostní otevření trati, žel byl zraněn věrný zastánce parní železnice, poslanec Huskisson. Slavnost krásil národní hrdina Wellington.

Dalším úspěchem byla dráha z Londýna do Birminghamu, tam však byl 6 km úsek s pevným parním strojem a vlečným lanem. Teprve 1847 se objevila oznámení, vyhlašující dražbu těchto vlečných zařízení. Jiří Stephenson spolupracoval železnice Belgické a španělské, ale odtud se vrátil nemocen. Zemřel 12. srpna 1848. V Anglii bylo v ten čas 10.000 km drah.

Zvětšený železniční provoz s sebou přinášel i nehody. Proti nim na trati postaveni hlídači, i 300 m od sebe, strojvůdce sledoval dalekohledem trať, nechybějí-li koleje, na střechách prvního a posledního vagonu seděli průvodčí a mohli signalizovat strojvedoucímu. Vozy byly spojeny návěštním provazcem, který měl upevněn stále na rameni. Na komíně lokomotivy bylo zrcadlo, kterým strojvůdce pozoroval vlak za sebou

Vývoj dopravy na kolejích	
15. stol.	V německých dolech se používají dřevěné trámy jako dráha pro důlní vozíky, zvané huntý
1730	Ralph Allen zavedl u kol vozíků dráhy v lomu jednostranný nákok, zabráňující vykolejení
1767	Angličan reynolds postavil v železárnách v Coalbrookdale kolejovou dráhu, taženou koňmi
1803	Britský inženýr Nixon použil koleje z oceli.
1804	Angličan Richard Trevithick spojil myšlenku koleje s myšlenkou parního stroje v novou skutečnost - lokomotivu.
1812 - 1814	Angličané Georg Stephenson, John Blenkinsop a další navrhují a staví nové typy lokomotiv
1812	John Blenkinsop staví první zubovou dráhu. Tato cesta je i výrazem nedůvěry v možnost přenosu většího výkonu hladkým kolem a hladkou kolejnicí
1825	Otevřena první dráha pro osobní dopravu. Je to dílo Roberta Stephensona a jeho lokomotivy "Locomotion". Dráha vede ze Stocktonu do 39 km vzdáleného Darlingtonu.
1829	Stephensonova lokomotiva "Rocket" zvítězila v soutěži lokomotiv, konané nedaleko Liverpoolu.
1830	Dokončena dráha Liverpool - Mancheseter, která byla díky vítězství v soutěži provozována Stephensonovými lokomotivami.

1832	V New Yorku byla krátký čas provozována první pouliční dráha, tažená koňmi, na světě.
1832	Mezi Českými Budějovicemi a Lincem uvedena do provozu koněspřežná železnice, sloužící nejen k dopravě soli, ale i k dopravě osobní.
1835	Mezi Bruselem a Mecheln uvedena do provozu první parní železnice na kontinentu.
1835	První německá železnice mezi Norimberkem a Fürthem, první lokomotivou zde je Stephensonova lokomotiva "Adler".
1837 - 1839	Postaveny železniční dráhy ve Francii, Holandsku, Itálii, Rakousku a na Kubě
1836	Angličan John Plumke žijící v USA vypracoval plány na transkontinentální železnici.
1840	Němec Johann Philipp Wagner postavil první lokomotivu na stejnosměrný proud.
1841	Skot Robert Davidson postavil lokomotivu, jejíž pohon byl obstaráván písty, pohybujícími se elektromagnety
1850	V Evropě je 23 504 km železničních tratí
1851	Američan Thomas Hall experimentuje s elektrickou lokomotivou, napájenou proudem z kolejí. Proud obstarávaly baterie, umístěné v určitých vzdálenostech.
1853	Anglický inženýr John Fowler zahajuje stavbu podzemní dráhy v Londýně, a pro tento účel vyvíjí akumulární lokomotivu, která je zásobena párou do své nádrže z kotle, který je na povrchu.
1854	V Semmeringu v Rakousku je postavena 41 km dlouhá horská dráha.
1855	V Paříži postavena první koněspřežná pouliční dráha v Evropě.
1867	V New Yorku zahájena stavba visuté dráhy pro městskou dopravu.
1867	Americký inženýr George Westinghouse vynalezl průběžnou vzduchovou brzdu železničních vozů.
1877	V Kaselu otevřena parní pouliční dráha, která však pro neúnosné obtěžování obyvatel města kouřem musela být zastavena.
1879	Firma Siemens & Halske vystavuje na výstavě v Berlíně elektrickou lokomotivu
1881	Dokončena Gotthardská dráha, překračující Alpy.
1881	Německý inženýr a podnikatel Werner Siemens staví první elektrickou pouliční dráhu
1884	V Ruchmondu v USA napájena elektrická pouliční dráha z vrchního vedení.
1887	Američan John Mortimer Pullman zavádí vlak, složený z luxusních jídelních, salonních, spacích a kuřáckých vagonů.
1890	Firma maffei v Mnichově staví pro Gotthardskou dráhu lokomotivu podle Malletova principu, tehdy největší lokomotivu na světě.
1899	V Berlíně dána do provozu elektrická podzemní dráha.
1902	V Rusku dána do provozu transsibiřská magistrála.
1912	Firma Borsig v Berlíně staví lokomotivu s Dieselovým motorem o výkonu 750 kW.
1924	Lokomotivka Eslingen und Brown-Boveri staví pro SSSR dieselelektrické lokomotivy.
1963	V Japonsku uvedena do provozu železniční trať mezi Tokiem a Osakou, na které dosahuje vlak Šinkansen rychlosti 210 km/hod.

1971	Firma Messerschmidt-Bölkow-Blohm představuje kolejové vozidlo na magnetickém polštáři s lineárním motorem
1981	Souprava TGV Mezi Paříží a Lyonem dosahuje rychlosti až 380 km/hod při zkouškách, v provozu 250 km/hod

Otcové automobilu

Lokomotiva a železnice je úžasná věc, avšak člověk se neubrání pocitu, že nezbytnost kolejnic je poněkud svazující. Proto se vlastně vedle směřování ke kolejovému řešení vyvíjelo a rozvíjelo i hledání motorizovaného provozu po cestách, resp. silnicích. I zde jsou průkopníci, jako francouzský dělostřelecký důstojník Cugnot, stejně jako Murdockův pokusný vozík. Parní vozy a omnibusy byly ovšem ze samé podstaty svého způsobu pohonu spjaty s tolika omezeními, nesnázemi a problémy, že se v dané fázi nejevily být perspektivní. Bylo jasno, že silniční motorové vozidlo by muselo být vybaveno motorem zcela jiných parametrů. Tím byl motor s vnitřním spalováním, krátce motor spalovací. I ten se však musel osvobodit od své závislosti na plynárně a plynovém potrubí. Někomu muselo být jasno, co hledá.

Na začátku je jiskra a obor, který ji odedávna používal – puškařství. Puškařem se vyučil Gottlieb Daimler, nar. 1834. Má švábskou podnikavost, stihne vystudovat stuttgartskou techniku a seznámí se s technickými novinkami ve Francii a Anglii. Velmi důležité byly 2 roky ve strojárně v Karlsruhe. Zde se také o dva roky minul s Karlem Benzem. V Karlsruhe byla strojárna, která byla střediskem pokročilé strojírenské produkce, zejména lokomotivářské. Daimlera však více než parní stroj přitahuje myšlenka motoru, který bude schopen rozběhnout se okamžitě, a proto jeho cesta vede do Ottovy továrny v Deutzu. Ottův motor je nějak na půli cesty, nemá sice nevýhody těžkopádného parního stroje, ale s místem je svázán plynovým vedením, ke kterému musí být připojen. Daimler již ví o tajemné černé tekutině, tryskající na některých místech ze země. Benzin je ovšem, pravda, látka, která je považována za zázračnou, tajemnou a nebezpečnou, a prodává se v lékárnách. Otto je příliš zaujat plynem, a proto na sebe s Daimlerem a jeho představami brzo narazí. Po vyhazovu se Daimler usadil v lázeňském městě Cannstattu, předměstí Stuttgartu na řece Neckaru. Nový vynález se tam začíná rodit od r. 1883. Po jeho boku stojí Wilhelm Maybach. Právě Maybach má rozhodující podíl na konstrukci karburátoru s plovákem, zaručující spolehlivou přípravu směsi benzínu se vzduchem. Dalším problémem bylo zapalování – dosavadní řešení nebyla sladěna s pracovním oběhem motoru, Daimler nabídl řešení platinovou žárovou trubkou, čímž se proti Ottovu motoru zvýšil počet obrátek desteronásobně. Daimler jako puškař měl metaforické srovnání – je to jako rychlopalná zadovka ke křesadlové předovce. Poprvé byl však tento motor použit u dopravního prostředku na dvou kolech – 1885 je namontován na kostru byciklu. Motor byl pod sedlem, které muselo být tak vysoko, že jezdec skoro stál. Za půl roku chystá Daimler originální dárek pro svou choť Emmu – koupí od dvorního kočárníka Wimpfa kočár a nejprve odřízne dlouhé bidlo oje. Motor byl pod sedadlem. Policie města Cannstattu mu ovšem zakázala na silnici, proto zkouší svůj motor na člunu. Pak je namontován na vzducholod'. 1887 je vyrobena motorová lokomotiva, omnibus 1898. Byl pro 12 cestujících, měl oddělenou kabinu řidiče a prostor pro zavazadla. První nákladní automobil s dvouválcovým motorem o výkonu 7 kW a nosnosti 5 t. byla vyrobena pro firmu British Motor Syndicate. S tímto nákladním automobilem vzbudili rozruch i o dva roky později v Paříži, kde se Daimler setkal s další ženou, osudově posunuvší automobilismus o další krok dál.

Advokát Sarasin z Paříže se rozhodl vyzkoušet zájem o Daimlerovy motory v automobilové úpravě ve Francii. Nedlouho po tomto slibu však zemřel. Vdova, paní Luisa

Sarasinová, ještě v době vdovského smutku přijela za Daimlerem a ujistila ho o té zásadní věci, že se smrtí jejího manžela na úmluvě nic nemění a platí dál. Řekla, že se jí Daimlerovy automobily tak líbí, že si jejich rozšíření ve Francii vezme na starost sama. Jenže i k uskutečnění této myšlenky přece jen potřebovala také muže, a obrátila se na výrobce parket pana Levassora, a přesvědčila ho, že parkety může dělat kdokoli, on že je povolán vrhnout se na auta. Paní Luise Sarasinové nedokázal pan Levassor ani v tomto vzdorovat, a tak to byl on, kdo postavil r. 1888 Daimlerův motor ve Francii na kola. Vedle toho, čistě mimochodem přijme pan Levassor za vlastní i paní Luisu Sarassinovou. Na světové výstavě v Paříži roku 1889 sklídl automobil s Daimlerovým motorem veliký úspěch, a tím začíná historie automobilismu ve Francii.

Se zpožděním se pak rozběhne výroba automobilů i v Německu, v Canstattu vyrostla Daimler-Motoren-Gesellschaft, v Mannheimu podniká ve stejném oboru Karl Benz. Oba závody postupně splynou, a vůz, na němž pracoval Daimlerův syn, „vůz s ocelovými koly“, dostane jméno po dceři rakouského konsula v Nice Jellineka – Mercedes. A to je třetí dotyk ženy, kterým rostlo Daimlerovo automobilové dílo.

Spory o prvenství v automobilismu vyústily v 50. letech do tiché dohody. Daimler a Benz postavili první provozuschopný automobil, a to v r. 1886, zatímco francouzské firmy Panhard & Levassor a Peugeot se na začátku 90. let zasloužily o obchodní úspěch novinky. Tak to ovšem platilo až do blížícího se 100. Jubilea, kdy se bitva o prvenství rozhořela znovu. Příčinou byly nově objevené „senzační“ dokumenty ukazující, že jistý **Edouard Delamare-Deboutteville** z Rouenu již roku 1884 postavil čtyřkolový kočár, poháněný vzadu umístěným dvouválcovým čtyřdobým motorem. Ještě o rok dříve prý postavil jednoválcovou tříkolku. Dle nově objevených dokumentů tentýž konstruktér na počátku 80. let zkonstruoval řadu stacionárních motorů pro průmyslové účely. Největším problémem je však dokázat, že se tento automobil tehdy 28 letého vynálezce skutečně vlastní silou pohyboval. Jistou oporou je patentní spis vynálezce a jeho asistenta Léona Malanolina s datem 12.2.1884, a jediným svědectvím o tom, že „to jelo“ je pamětní deska na silnici u Fontaine-le-Bourg-Cailly. Na desce stojí, že zde byla podniknuta 1883 jízda s vozidlem poháněným spalovacím motorem. Na neštěstí však ona pamětní deska pochází z roku 1906...

Švýcarský nárok na prvenství se opírá o postavu **Isaaca de Rivaz**, vysloužilého francouzského důstojníka. Ten roku 1807 obdržel od francouzského ministerstva vnitra patent na pohon vozidel spalovacím motorem, podepsaný samotným Napoleonem. Jsou i důkazy o tom, že Rivazův automobil opravdu jezdil. Svědčí o tom novinová zpráva z r. 1812, kde stojí: Čtyři lidé sedli na vůz a při každé explozi motoru ujeli 19 stop. Vůz takto popojel více než stokrát při 14 až 15 explozích za minutu, bez jakékoliv poruchy. Pohyb byl tedy poněkud trhavý a ještě horší je, že kanton Vallis patřil tehdy k Francii a nikoliv k Švýcarsku. Proto tedy lze jen těžko upřít prvenství Carla Benze a Gottlieba Daimlera.

Benzova tříkolka byla prvním dopravním prostředkem, který byl poháněn spalovacím motorem a byl schopen praktické jízdy. Nebyl to motorizovaný kočár, nýbrž konstrukční organický celek. První veřejná jízda se konala 3. července 1886 v Mannheimu a okolí. Ležatý vodou chlazený jednoválec o objemu 987,7 cm měl výkon 0,6 kW při 250 ot./min. měl odpařovací chlazení s kondenzátorem, rozvod šoupátky, jiskrové zapalování a odpařovací karburátor předehtřivaný výfukem. Rám byl z kotlových trubek, drátová kola dodala firma Kleyer. Předlokový hřídel s pevnou a volnoběžnou řemenicí nahrazoval převodovku a poháněl řetězem zadní kola. Největší rychlost byla 15 km/hod.

Gottlieb Daimler pracoval na vývoji automobilu nezávisle, a jeho zájem byl soustředěn především na pohonnou jednotku. Jak již bylo řečeno v kapitole věnované motorům, na rozdíl od Benze i Maybacha se domníval, že motor bude připojován k stávajícím dopravním prostředkům, podobně jak lze lodní motor připojit k čemukoli, co se drží na vodě.

Šlo mu o motor o vysokém výkonu a nízké hmotnosti. Jeho jednoválcový motor měl objem 465 cm při vrtání 70 mm a zdvihu 120 mm, výkon 0,8 kW při 650 ot./min. Funkci diferenciálu zastávaly třecí spojky po každé straně předlohy, do ozubených věnců na kolech zapadaly pastorky nasazené na předlohovém hřídeli. Řazení rychlostí se dělo přesouváním plochého řemene na dvoustupňové řemenici a bylo možno pouze při stojícím vozidle. Kočárovou konstrukci sportovního typu America dodal dvorní dodavatel Wimpff ze Stuttgartu.

V USA zasáhli do výroby automobilu poměrně pozdě, až začátkem 90. let 19. století. K prvním americkým automobilům patří výrobky bratří Duryeů, a i to byly motorizované kočáry. Nejprve experimentovali s třecím převodem, v roce 1894 přešli k tehdy „klasické“ převodovce s řazením třecími spojkami. Druhý postavený exemplář z roku 1895 vyhrál první závod samohybných vozů na americkém kontinentě, vedoucí po bídých cestách z Chicaga do Evanstonu. Druhým vozem byl ovšem výrobek firmy Benz. Prvenství patří Američanům v uplatnění rotačního motoru, a to od konstruktéra Stephana Balzera. Jeho první automobil z r. 1894 byl poháněn rotačním tříválcem. Pětiválcové rotační motory byly patrně spolehlivé, protože je od Balzera kupovala značka Carey až do roku 1906.

K dalším známým jménům z počátku amerického automobilového průmyslu patří R.E. Olds a E. J. Pennington. Ransom Eli Olds postavil v r. 1891 pokusnou tříkolku s parním pohonem a o 6 let později jeden z prvních amerických vozů se spalovacím motorem. Pohonnou jednotku tvořil jednoválec o výkonu 4,4 kW umístěný vodorovně vzadu pod podlahou. Byl chlazen vodou, měl automatický sací ventil, výfukový ventil byl ovládán vačkou. Zapalování bylo odtrhovací, mechanické čerpadlo paliva a třístupňová planetová převodovka s třecími spojkami a řetězovým převodem na kola patřily k automobilům této epochy. Stejně tak i tuhé nápravy a příčná nebo podélná čtvrteliptická pera.

Výtvary E.J. Penningtona byly sice vystavovány na autosalonech, ale v praktickém provozu se neosvědčily. Obchodní talent však přinesl tomuto konstruktérovi úspěch, neboť se mu podařilo veškeré své patenty prodat anglickému průmyslníkovi H.J. Lawsonovi za 100 000 LST v hotovosti.

Další dějiny automobilu ponecháváme opět jako volné pole k průběžnému doplňování. Pole je to neomezené.

Doprava říční a námořní

Plavidla pravěká

Řeka či vodní hladina představuje pro člověka jako suchozemského tvora vždy překážku. I když jsou plavci, kteří dovedou přeplavat Lamanšský průliv, pro většinu lidstva představuje již poněkud rozvodněný potok nepřekročitelnou překážku. Je nesporně jedním z velkých intelektuálních výkonů to, že člověk dokázal vyhodnotit holý fakt plovoucího kmene nebo větve. Snad kmen, ležící jedním koncem na břehu a druhým plovoucí na vodě přivedl člověka k úžasnemu poznání, že může být i jakási náhradní pevná země i na vodní hladině... Je to náhrada sice vratká, stačí někdy pouze na to, aby měl člověk pouze hlavu nad vodou, ale i to někdy stačí. Prám z několika kmenů je již velkým vítězstvím nad vodou a jejími zrádnými hlubinami. Další objevenou možností jsou nafouknuté zvířecí kůže, jak to ukazuje kresba asyrského vojska, překonávajícího pomocí těchto plavidel vodní tok. Na základě jeskynních kreseb i nálezů v bahenních nánosech je patrné, že první plavidla, přibližující se budoucí podobě lodí, byla vyrobena i tak, že svazek ohebného proutí, stonků papyru nebo rákosu byly

na koncích svázány a prostředek rozevřen a vyklenut. Takto dosažený výchozí polotovár byl dále vypleten a vymazán hlínou nebo smůlou. Egypské čluny ze 4. - 2. století př. n. l. byly podobným způsobem sestaveny z úzkých planěk, které byly navzájem sešity dřevěnými kolíky a pro zvýšení pevnosti byly oba svázané konce těchto planěk spojeny napínacím lanem. Takto zhotovená plavidla ovšem snesla pouze nevelké a spíše klidné zatížení, poněvadž byla ráda, že se udržela na vodě sama. Byla proto používána pouze pro méně nebezpečné vody říční nebo jezerní.

Počátek solidní lodi je možno nalézt v severských končinách. Jsou to lodi, ve kterých jsou použita jako obšívka (terminus technicus) široká prkna, která tvoří hlavní nosnou konstrukci lodi – jsou připevňována na soustavu žeber. Ony široké plaňky se opět sešily a netěsnosti se ucpaly.

V polovici druhého tisíciletí došlo k výměně vzdělanosti egyptské a mykénsko-nordické, protože v té době již podle archeologických nálezů dokázali Normané doplnout do Mezopotámie, Indie a dalších asijských končin. Od té doby se začínají nalézat v babylonské říši nejen lodě egyptského tvaru, zakončené vazy v podobě lotosového květu, nýbrž i lodi severského typu s bodcem na přídi a rohovitě dozadu zahnutým zadním vazem.

I v této době se však v jiných končinách světa stavěly primitivní čluny z rákosy, proutí či dokonce zvířecích kostí, a obšívána jsou zvířecími kůžemi nebo kůrou. Tvary některých z těchto lodí naznačuje, že jejich stavitel se snažil tvarově napodobit rybu.

Kožené čluny byly v některých končinách velmi rozšířeny, i když se o nich nedochovalo mnoho dokladů. Byla to nejspíše jakési kruhové mělké nádoby, postrádající příď i záď v tradičním lodním smyslu. Podobně vypadaly i korové lodi, které byly podle zpráv cestovatelů vyráběny domorodci v Africe, Severní Asii, stejně jako v Severní a jižní Americe. Funkci žeber zde plní zohýbané a hustě vedle sebe položené větve. S těmito křehkými skořápkami se odvažovali vyplout i s ženami a dětmi na lov na moře. Člun z tohoto materiálu je sice velice lehký, ale vydrží asi pouze půl roku.

Další velmi rozšířenou metodou je vypalování kmene ohněm. Podrobně je tento způsob popsán Angličanem Thomasem Hariotem z jeho pobytu ve Virginii v Americe r. 1585. Strom byl poražen „upálením“, tedy tak, že kolem něj byl rozdělán oheň který postupně kmen nahloidal do té míry, že strom padl. Ohněm byl i zbaven kůry a větví. Když byl kmen očištěn, byl položen na dřevěné kozlíky a na jeho horní části byl rozdělán oheň. Ten byl po čase uhašen, a lasturami a kameny bylo oškrábáno zuhelnatělé dřevo, a poté byl oheň znovu rozdělán a celý postup se tak dlouho opakoval, dokud nebyl kmen dostatečně vyhlouben. Tak se zhotovovaly první kanoe, které obvykle unesly 3 - 4 lidi, avšak byla i kanoe tak velká, že unesla 20 – 40 mužů. Stejným způsobem se dodnes zhotovují kanoe na ostrově Trinidadu, pouze na škrábání se místo lastur používají nástroje železné. S čluny z vyhloubených kmenů se setkávali i římsí spisovatelé (Plinius, Tacitus) a to zejména na maloasijském pobřeží. Některé z velkých kanoí byly již příčně vyztuženy jako žebra sloužily vhodným způsobem křivě rostlého dřeva.

Postupným prodlužováním kanoe se sice zvětšovala délka, avšak pro námořní plavbu bylo třeba zvýšit i boky. To se dělo „přišitím“ širokého prkna k obrubě kanoe. Tento vývoj je možno sledovat jak v Oceánii, tak v Severní Austrálii, ale i ve Skandinávii a ve Švýcarsku. V některých případech se kmen již vůbec nevyhluboval, nýbrž sloužil za spodek člunu. To je vlastně počátek budoucího základního konstrukčního prvku lodního trupu, kterým je tzv. páteřík. Důležitým zdokonalením byl dále právě v Asii dodnes často viděný plovák, připevněný k lodi rovnoběžně s osou ve vzdálenosti několika metrů. Ten dodává lodi stabilitu i za vlnobití.

Snad to bylo tak, že si někdo postavil rohož na loď aby mu uschla, a v náhlém závanu větru mu i s lodí odplula. Plachty, které byly ovšem přesně vzato rohožemi, užívali Číňané mnohem dříve než ostatní národy. Tento typ příčně vyztužených rohoží používají na svých

lodích Číňané dodnes, tato plavidla s plochým dnem se nazývají džunky. Cestovatel Marco Polo (1256-1323) o nich píše, že jsou na moři zdatnější než tehdejší lodi benátské, a že jsou téměř nepotopitelné, protože mají na obou koncích vodotěsné vzdušné komory. Dlužno připomenout, že se tímto svědectvím cítili být benátské stavitelé lodí uraženi a prohlásili to za nesmysl a Marca Pola za lháře.

Velmi jednoduchým plavidlem s větší nosností ovšem byl a dlouho zůstal vor. V některých končinách Ameriky a Asie byly vory používány k námořnímu rybolovu. Zvláštním druhem voru byl assyrský „kelek“ – byl to vor, který byl nadnášen vzduchem naplněnými měchy. Tím se ovšem dostáváme k tomu, aby byly stručně popsány lodi jednotlivých starověkých kultur.

Lodě asyrské

Asyrie byla jedním z mnoha státních útvarů, které je možno pozorovat v několika tisíciletí trvajících dějinách vyspělých kultur v Mezopotámii. Je to jinak území vnitrozemské, které je však s mořem spojeno řekami, a to především Tygridem, na jehož horním toku leží. Později, kdy ovládli celou Mezopotámii, měli k dispozici i řeku Eufrat. Obě tyto řeky ještě ústily do moře odděleně, a to v rozlehlé vzájemně propletené deltě. Bylo to řečiště pro plavbu velmi nepříznivé, avšak jiná cesta k moři nebyla. Asyřané však sami lodi stavět nedovedli, dokázali však využít umění těch národů, které se stavbou lodí již dávno zabývaly. Asyřané jim dokázali opatřovat potřebné dřevo z Libanonu a Arménie, a lodní stavitele z fénických přístavních měst Týru a Sidonu. Takovým způsobem vzniklo mocné asyrské loďstvo, zachycené na četných reliéfech z 8. a 7. stol. ante. Tyto reliéfy byly objeveny r. 1845 anglickým archeologem Lagardem v troskách Senacheribova paláce v bývalém hlavním městě říše Ninive.

Assyřané používali dva druhy plavidel – jednak vory a dále lodi. Vor „kelek“ měl pod vlastním vorem z trámů, který sloužil jako paluba, měchy z velbloudích kůží. Kelek měl značnou nosnost a bylo možno ho použít i na prudkých vodách horních toků řek. Hotovily se keleky, nadnášené i několika sty měchy. Měchy se používaly i samy o sobě pro plavání jednoho člověka. Měch ovšem nebyl zcela vzduchotěsný a vzduch z něj unikal, jeho doplňování se dělo trubicí, která byla k měchu připevněna a plavec vzduch dofukoval.

Další typ plavidla měl tvar kulatého člunu, jehož trup byl dřevěný nebo proutěný košíkové konstrukce, která byla obalena zvířecí kůží a utěsněná asfaltem. Nejmenší takový člun byl pro dvě osoby, jednoho osla a malé množství dalšího nákladu. Větší plavidla tohoto typu pojala více osob a oslů. Osel byl vždy součástí přepravovaného nákladu proto, protože Asyřané pluli na těchto lodích po proudu na trh, kde prodali zboží i s lodí a na oslu se vraceli zpět, protože proti proudu plout nebylo možno. Kožišiny, které byly roztaženy jako ochrana proti Slunci nad lodí ovšem brali s sebou zpět.

Egyptské lodi

Egyptané se přistěhovali v „předhistorické době do Severní Afriky, kde si podrobili domorodé obyvatelstvo a založily řadu malých států, které se postupně sloučily ve dvě a nakonec v jednu říši. Tzv. Stará říše dosáhla svého vrcholu v 27. století ante, nejslavnější období bývá kladeno do 15. stol. ante. Egyptané provozovali rozsáhlý obchod s okolními národy, a to jak po souši, tak po vodě. Plavba byla soustředěna především na Nil, který byl přirozenou dopravní páteří celé říše, dále existovaly splavné průplavy a námořní plavba byla

provozována především na Rudém moři. Dovednost při stavbě lodí si osvojili velmi záhy, a jejich učители byli, podobně jako u Assyřanů, Fénicičané.

O egyptských lodích existuje poměrně mnoho informací v podobě maleb, rytin a reliéfů, a to především o lodích říčních, avšak i námořních. Námořní plavba se ovšem uskutečňovala pouze při pobřeží a za dne, večer byly lodi vytaženy z vody a posádka trávila noc kolem ohně, a postarala se rovněž o potravu, kterou nebylo nutno vézt na celou cestu s sebou. Tak dopluli až do Somálska, odkud taková výprava přivezla myrrhové stromy, cihly elektronu (slitina zlata a stříbra) a ebenové dřevo. Další svědectví mluví o námořní výpravě královny Hatšepsut, která panovala v 11. Stol. Tato výprava je rovněž zachycena na malbách, vynikajících přesností a výstižností. Dle těchto maleb je možno rozdělit egyptské lodi do dvou skupin – lodi z nejstarší doby, asi do 2100 ante, a lodi mladší. Lodi z nejstarší doby měly pádlovací vesla, veslaři sedí tváří ve směru plavby, mladší lodi mají již vesla obyčejná, takže sedí obráceně. Námořní lodi měly trup z asi 1 m dlouhých fošen, a to proto, že akátové a sykamorové dřevo větší délku neposkytuje. Delší dřevo muselo být dováženo z Libanonu. Konstrukce páteře a obou vazů není známa, protože však lodi měly ploché dno, musela páteř ležet uvnitř lodi. Na obou koncích lodi bylo svisle postavené prkno, na němž byl hieroglyfický znak pro život – oko. Jednotlivé fošny, tvořící obšívku, se kladly přitesanými stranami vedle sebe (dno) nebo na sebe a poté v nich byly vydlabány obdélníkové otvory, do nichž se zatloukaly dřevěné čepy, zapadající druhou půlkou do druhého trámu. Stejně se v Egyptě spojovala prkna pro rakve. Neměly tedy žebra, tuhost lodi byla zajišťována pouze konstrukcí obšívky. Měly trámy, nesoucí palubu, je ovšem též neznámo, jak byly spojeny s boky. Paluba byla z krátkých prken, která se zapouštěla do drážek palubníků, tak, že vrchní strana palubníků byla v jedné úrovni s palubou. Palubníky bylo možno odejmout, veslaři někdy seděli na palubních trámci. Protože se lodi vytahovaly na noc na břeh, měly před i zád nahoru zdviženou. Výztuhou bylo lano, které přes podpory spojovalo před se zádi a bylo možno ho přiměřeně napnout. Nilské lodi mohly plout proti proudu s využitím větru, který obvykle vane od středoziemního moře. Stěžeň plachetních lodí měl tvar dvou mírně rozkročených trámů, mezi kterými probíhalo napínací lano. Stožár byl sklápěcí, vztyčený měl výšku až 10 m a byl upevněn provazovými úpony, z nichž jeden šel k přídi a několik k zádi lodi. Plachty byly obdélníkové, upevněny byly na ráhne, pevně spojeném se stěžněm. Plachta nebyla spouštěcí, sklápěla se i se stožárem. Plachta byla poměrně vysoká a úzká, byla složena z obdélníkových pásů silné látky, ale i z palmových listů, spletených v rohože nebo z papyru. Plachta neměla dole plachetní tyč, nýbrž pouze v každém rohu úpon, kterým se přivazovala na úvazníky. Celková plocha plachty činila 60-70 m.

Pokud nevál příznivý vítr nebo bylo nutno plavbu urychlit, pak se buď veslovalo nebo se loď vlekla lidmi nebo koňmi. Vlečné koně si loď sama vezla v lodní stáji. Pro vlek byl na přídi nebo i na zádi kůl k upevnění vlečného lana. Směr plavby se řídil zvláštními velkými kormidelními vesly, kterých bylo po obou stranách lodi několik. Kormidelní vesla byla zavěšena a procházela provazovými oky nebo otvory v galerii lodi. Jako kotva byly používány kameny, zavěšené na laně na přídi lodi. Podle řeckého historika Herodota vážila egyptská kotva asi 50 kg. Kotva byla při plavbě po proudu v případě příliš prudkého toku vlečena po dně a mírnila rychlost plavby.

Válečné lodi měly na stožáru koš, ze kterého se na nepřátelskou loď metaly šípy nebo kameny. Zvýšena byla před i zád, kde byli lučištníci a kormidelníci, veslaři byli chráněni zvláštním krytem.

Velikost egyptských lodí lze odvodit z maleb na královských hrobech. Vychází z toho celková délka kolem 30 m, délka na vodorysce 18 m, šířka asi 8 m a ponor 1,2 m. Těmto rozměrům by odpovídala nosnost asi 90 t. Z jiných nálezů však bývají odvozovány rozměry takřka dvojnásobné. Loď měla asi 30 veslařů, kteří veslovali v rytmu, rukou nebo povely. Kormidelníci byli obvykle dva a dále byli na lodi 4 strážci plachet, 9 námořních vojáků a

několik lodních a armádních důstojníků. Celkem čítala posádka kolem 50 lidí. Lodi byly v Egyptě natolik váženy, že se jejich modely nalézají v hrobkách králů i prostých lidí.

Lodi mladší generace mají několik konstrukčních zdokonalení, takže se zlepšila jejich manévrovatelnost i rychlost. Byly také nádherněji vypraveny a měly na přídi i zádi ohraničené místo pro kapitána na zádi a pro lodivoda nebo hlídku na přídi. Větší změny jsou patrné v konstrukci plachetního zařízení. Stožáry, které se často lámaly, se zkracují na 5 m, plachta je však příčně prodloužena až na 10 m. Již pouze jeden stěžeň se staví vlevo od napínacího lana a již se nesklápí, takže chybí sklápěcí mechanismus. Plachta, sešitá z pruhů, je navlečena na dvě ráhna a je zařízena na spouštění, a to pohyblivým horním břevnem. Kormidelní veslo je rovněž zdokonaleno a ovládá se srpovitě zahnutým držadlem. Téměř každá loď měla kabinu, ať již šlo o loď reprezentativní nebo obchodní. Boky lodí bývaly pestře pomalovány, na královské lodi byla ozdobena i kormidla a nechyběly ani zlaté sochy bohů. Veslaři mívali stejnokroje.

Egypt bohatl především vývozem zemědělských plodin a výrobků svého chemického průmyslu, především barev, parfémů, léků. Egypt však měl nedostatek vhodných přístavů, a ty sloužily spíše cizím lodím než egyptským. Byli to hlavně Fénicičané, kteří vyváželi egyptské výrobky, kromě zmíněných i látky, sklo a keramiku a dováželi antimonové a olověné rudy, drahé kovy, železo z Indie, vzácná dřeva a pryskyřice. Důležitým a velmi dlouho budovaným dílem byl průplav, spojující Nil s rudým mořem. Tento průplav byl několikrát budován a několikrát byly práce zastaveny, nejprve na základě varování, že hladina Rudého moře je výše než Středozemního, a že by tedy voda zatopila Egypt, a dále z obavy, že by mohl být zneužit nepřáteli Egypta. Průplav proto dokončil teprve Ptolemaios II. r. 285 ante. V průplavu mohly vedle sebe plout tři trojveslice. Průplav byl splavný až do 14. Stol., od té doby však přestal být udržován, chátral a posléze se zanesl a byl zapomenut.

Lod'stvo fénické

Fénicičané byli semitským národem, který bydlel ve starověku na úzkém, 1000 km dlouhém a asi 150 km širokém pruhu syrského pobřeží. V krajích, do kterých dopluli pak zakládali obchodní kolonie a města, z nichž jedno z nejznámějších bylo Kartágo v severní Africe. Fénicičané byli rození plavci a obchodníci. Ze všech národů byli první, kteří se odvážili na širé moře, kdy ostatní pluli opatrně při pobřeží. Měli znamenité nautické schopnosti. Neznali sice ani kompas, ani astroláb, ale dokázali se orientovat podle polohy hvězd, zejména podle souhvězdí Malého vozu, protože měli dobré vědomosti astronomické. Na svých plavbách se dostali až za Herkulovy sloupy, tedy Gibraltar, k západnímu pobřeží Afriky a na sever až do Anglie a Severního a Baltického moře. Také podle Herodota jako první Afriku obepluli.

O Fénicičanech se zachovalo velmi málo památek, a podobně je velmi málo vyobrazení jejich lodí. Na základě dostupných památek je možno předpokládat, že užívali dva druhy lodí.

1. těžké obchodní lodi (gauly)
2. lehké lodi pro dálkové námořní výpravy (galéry)

Jejich konstrukce byla celkem stejná. Pátečník byl uložen uvnitř nad dnem lodi a vybíhal na obou koncích ve svislé vazy, z nichž přední byl zakončen koňskou hlavou, která měla emailové oči a červený nátěr a někdy byla ozdobena zlatou ohlávku. Byl to symbol svěžesti a rychlosti. Konec zadního vazy byl vytažen přímo vzhůru a měl tvar rybiho ocasu. Těžké solidní gauly měly zaoblený bachratý trup a vysoké boky. Plachty byly navlečeny na dvě vodorovné tyče. Zda lodi měly žebra není známo, avšak lze to předpokládat. Lodní trup byl zesílen měděnými deskami, chybělo však spínací lano, konce lodí nebyly převislé, a nebyly zde proto síly, které by toto lano muselo zachycovat. Paluba byla stavěna pevněji než na lodích egyptských, paluba byla vodotěsná a nerozebíratelná. Poměrně nízký stěžeň měl na

vrcholu koš, na kterém stála hlídka, byl sklápěcí a sklápěl se, pokud by náklad překážel použití plachet. Hlavní části lodi – páteřík, boky, žebra a stěžeň – byly z libanonského cedrového dřeva, vesla a kormidla byla z dřeva dubového, plachty z egyptského plátna. Plulo se pak veslováním. Kormidlovací vesla byla podobně jako u egyptských lodí na zádi lodi. Prázdné lodi však vždy používaly plachty i vesla. Při dlouhých plavbách se plulo především pod plachtami a veslovalo pouze za bezvětří nebo při manévrech. Pro tyto úkoly stačila pouze celkem nevelká posádka, větší počet veslařů se vysvětluje tím, že byli zároveň vojáky a mohli bránit loď nebo plnit jiné úkoly. Posádky bývaly odvážné a spolehlivé. Válečné lodi Féniciáné nestavěli, účastnili se pouze řecko-perských válek na straně Peršanů – Xerxes použil k některým operacím fénické lodi.

Féniciáné obchodovali s mědí, vozili zlato z ostrova Gaulos u Sicílie, stavební dříví, cín z Anglie, dobytek z Mezopotámie, hliněné nádoby z Kréty, stavební kámen z Melitu u Sicílie, látky, klenoty, purpur, masti, pryskyřice, léky, sklo, víno a další komodity. Velké příjmy měli i z obchodu s otroky.

Dle Xenofontova líčení panoval na fénických lodích vzorný pořádek a smysl pro účelnost. Výnosný obchod a bohatství přivedlo však, jak již to bývá, Féniciány k záhubě. Pro své bohatství se stali kořistí Asyřanů i Peršanů, a jejich obchod začal upadat. Déle se udržela sláva africké osady Kartága, které v době svého rozkvětu realizovalo námořní obchod pro Římskou říši, se kterou žili v harmonické shodě. Ve 3. stol. ante. se však Kartágo dostalo s Římem do konfliktu o ostrov Sicílii, jejímž následkem byly 43 let trvající punské války, ve kterých byli Kartaginští nakonec poraženi a Kartágo zbořeno. Středomoří se pak stalo doménou Římanů, kteří Středozevní moře nazývali skromně Mare nostrum, Naše moře.

Řecké lodi

Bohatě členěné pobřeží Řecka, dlouhé asi 2000 km, mnoho dobrých přístavů a ostrovů přímo vybízelo k mořeplavbě, a Řekové tuto výzvu plně přijali. Byli nejlepšími námořníky po Féniciánech, které v jistém čase také nahradili. K rozvoji řecké mořeplavby přispěly i rozhárané politické poměry po většinu řeckých dějin, dobrá naděje na zisk a také velká podnikavost a dobrodružnost Řeků. Řecké osady byly rozesety od pobřeží Černého moře, přes pobřeží Malé Asie, v jižní Itálii a na Sicílii. Rozvoj mořeplavby v Řecku byl nakonec dán i podobou povrchu Řecka – vnitrozemí bylo špatně prostupné, takže cesta z východního pobřeží na západní byla snazší po moři.

Řekové se na rozdíl od Féniciánů neangažovali pouze obchodně, nýbrž usilovali o podrobení území, se kterými obchodovali, a také používali loďstvo pro účely vojenské a válečné.

O konstrukci řeckých lodí není mnoho spolehlivých zpráv. Jeden z podrobnějších popisů lodí pochází z Homérových eposů Ilias a Odyssea. Popisy lodí v dílech řeckých klasiků jsou zcela povrchní. Je to asi tím, že pokládali tyto informace za natolik známé, že neshledávali potřebným se o nich obsírněji vyjadřovat. Šlo jim proto spíše o vyličení činů slavných reků a námořního života. Spisovatelé pozdější sice o lodích píší více, ovšem vplétají do svých líčení názvosloví své doby, a tím uvádějí do věci spíše zmatek než řád.

Z toho co je známo lze usoudit toto: první řecké lodi byly malé, neměly palubu a neměly na přídi bodec k proražení boku nepřátelské lodi. Oba konce byly vzhůru zahnuté, natřeny byly černou tekutou smolou, pouze konce byly natřeny červeně nebo modře. Vnější vzhled řecké lodi po trojských válkách ukazuje dlouhé lodi bez paluby se zádi zdviženou a zahnutou směrem k lodi a končící někdy ptačí hlavou. Před vybíhá v dlouhou ostruhu – bodec. Na přídi je ohrazené místo pro velitele lodí, po stranách je řada vesel a vzadu kormidlo. Jsou to pravděpodobně lodi válečné. Později Řekové své lodi zdokonalili, ale teprve Perikles prosadil, aby se v Pireu začalo stavět 200 triér. Výsledkem bylo řecké vítězství nad mnohem

početnějším perským loďstvem v Salaminské úžině a u mysu Mykaly. Attická triéra se zde tak proslavila, že se stala vzorem pro ostatní řecké lodi. Pouze v pozdější době byly ojediněle stavěny tetréry a pentéry, o jejichž konstrukci není rovněž známo nic určitějšího.

Řecké lodi můžeme dělit na válečné a dopravní. Válečné lodi byly rychlejší, štihlejší a delší než lodě obchodní. Hybnou silou válečných lodí byla vesla, u obchodních lodí to byly plachty, vesla měla pouze pomocnou roli. V případě válečných operací ovšem i obchodní lodi plnily některé úkoly – výzvědné, zásobovací, opravárenské a jiné. Nejstarší válečné lodi byly jednořadé veslice, kde až 50 veslařů sedělo za sebou po obou bocích lodi. Lodě s více řadami veslařů vznikly z potřeby větší nosnosti a větší rychlosti lodi. Zvýšení rychlosti lodi je ovšem problémem, vyjádřitelný snadno matematicky. Odpor prostředí, kladený pohybu roste se čtvercem rychlosti, a síla potřebná k překonání tohoto odporu roste s třetí mocninou rychlosti. Zdvojnásobení rychlosti lodi by proto předpokládalo osmkrát větší pohonnou sílu. Zvýšení pohonné síly, tedy počtu veslařů, nelze dosáhnout jejich posazením do jedné řady, protože by neúnosně vzrostla délka lodi. Lepším řešením se ukázala loď s více řadami veslařů, z nichž nejznámější a nejúspěšnější byla triéra se třemi řadami veslařů. Triéry se udržely 2000 let a byly opuštěny až po zavedení střelných zbraní. Víceřadé lodi nebyly ovšem v Řecku stavěny podle jednotného vzoru, lišily se výrobky jednotlivých loděnic, tak se i lišily lodě podle svého účelu.

Stavba lodi byla zahájena na mírném pobřežním svahu položením základního dlouhého čtyřhranného trámu, který tvořil hlavní podélnou výztuhu lodi proti prohnutí. Tato výztuha se nazývá páteřník. U obchodních lodí byl páteřník z jedlového dřeva, u válečných z dubu. Protože Řekové vytahovali lodi každý večer z vody na břeh, byl na páteřník přibit na jeho ochranu ještě jeden slabší trám, tzv. falešný páteřník. Lodi se vytahovaly nejprve ručně, později rumpálem, který vynalezl Archimedes. Po souši přetahovali Řekové lodi někdy značně daleko, například přes Korintskou šíji. Páteřník se na koncích mírně zvedal, a na konce byly připojeny oba lodní vazy, a to šikmo vpřed, kolmo či mírně dozadu. Protože přední vaz zachycoval většinu nárazů, které mohly loď potkat, a byl na něm také připevněn kloun, byl zvláště pevně složen z několika přeplátovaných a hřeby spojených dílů, mnohdy byl i okován. Zadní vaz je rovněž skloněn směrem k lodi, oba lodní vazy jsou spojeny koleny s páteřníkem a opřeny o něj silnými trámcí. Na páteřník byla poté nasazena žebra. Byla to dřeva tvaru U, vyříznutá buď z křivě rostlého dřeva nebo složená z několika přeplátovaných, sklížených a kolíky sbitých částí, aby se dosáhlo žádaného tvaru. Úkolem žebířů je vyztužení trupu lodi v příčném směru tak, aby dokázal odolávat tlaku lodi a do jisté míry i nárazům. Zároveň slouží pro upevnění postranic, tedy lodních boků, a k položení paluby, případně pro upevnění příčných výztuh trupu. Spodní část žebra měla výřez, kterým žebro zapadalo na páteřník. Aby byla žebra upevněna ve své poloze, byl přes jejich torní střední hranu položen druhý podélný trámec, rovnoběžný s páteřníkem. Ten měl výřezy ve své spodní části, a jimi zapadal do dolní střední části žebířů. Žebra byla tedy pevně zaklesnuta do těchto dvou podélných trámů.

Na žebra se přibíjela dlouhá silná prkna obšívky, která byla z lipového nebo bukového dřeva. Prkna se nastavovala tím, že se jejich konce šikmo seřízly a sbíly hřeby, a spojené místo se vyztužilo přeplátováním dalším kratším prknem z vnitřní strany. Tak vznikly rovnoběžné pásy, které byly na koncích zapuštěny do vazů. Tyto pásy nejen vytvářejí onu vlastní loď, jako vodotěsnou prostor, ale vyztužují též trup v podélném směru. Poslední pás na horním konci žebířů tvoří silnější trám, do kterého jsou zapuštěny kolíky pro oporu vesel. Hotový lodní trup byl utěsněn koudelí, která se zatloukala tupým dlátem do všech spár. Utěsnění bylo dokončeno zalitím všech spár smolou, voskem nebo jejich směsí. Někdy se nejdůležitější části velkých lodí pobíjely olověným plechem, podloženým nadehtovaným plátnem. Takto hotový trup byl obvykle již pouze doplněn na dně dřevěnou rozebirací podlahou, a voda, která se pod ní shromažďovala vyla vybírána a vylévána přes okraj lodi.

Obyčejné lodi měly jen částečnou palubu, nebo chyběla vůbec. Obednění vnitřního prostoru a celá paluba se stavěla jen u těch lodí, které měly převážet drahocenný náklad, který nesměl být poškozen vodou.

Střední část lodi byla zprvu zcela otevřená a sloužila pro veslaře a na válečných lodích pro vojsko. Nekrytá šířka tohoto prostoru se postupně zužovala, protože se podél boku stavěly lávky pro snazší obranu lodi. Tyto lávky se postupně tak rozšířily, že vznikla paluba, která však měla vždy ve středu lodi úzký nekrytý prostor. Ten sloužil pro sklopení stěžně a uložení vesel. Palubu nesly trámce spojující a zpevňující konce žeber. Paluba byla ve střední části lodi nižší, aby byli veslaři co nejbližší hladině a snadněji se jim veslovalo. Jeden nebo oba konce lodi byly vyvýšeny, a v těchto náznacích palubní nástavby byly nepohodlné prostory na spaní, zásoby pitné vody a různé lodní potřeby, například lanoví. V zadním vyvýšeném konci byly dřevěná a látkou vyložená kajuta kapitána lodi a sklápěcí můstek, který se v boji spustil na nepřátelskou loď. Na vyvýšených přídích byly na válečných lodích různé válečné stroje, dále tzv. „delfin“ – těžký železný nebo olověný nosník, který se mohl hodit na nepřátelskou loď k jejímu proražení. Stálo tu i zařízení ke sklopení a vztyčení stěžně, kotevní zdvihadla a další. Pro zvýšení pevnosti a tuhosti celého trupu býval někdy lodní trup obtočen silným lanem, zvaným *hypozome*. Toto zpevnění se používalo pouze u válečných lodí, lano do jisté míry chránilo lodní trup při srážkách v boji.

Plachetní výzbroj řeckých lodí byla velmi jednoduchá. Lodi měly jeden stěžně, který spočíval na páteřníku, kde byl zapuštěn do zvláštní podnože. Protože se stěžně lámaly větrem obvykle ve výši paluby, byl zde zvláště zesílen. Pokud se stěžně sklápěl, a to na menších lodích a lodích válečných, sklápěl se dozadu. Sklopený stěžně spočíval na vidlici, stožár se při sklápění otáčel na čepu. Válečné lodi měly ještě další stožár, postavený šikmo dopředu před stožár hlavní. U velkých lodí a lodí válečných byl stěžně zakončen hlídkovým košem a byly tam také kladky ke zvedání a spouštění plachetního ráhna, které se nazývalo antenna. Plachta, upevněná na ráhnu byly čtvercová, z hrubého plátna. Plachta byla ovšem používána pouze při plavbě k určitému cíli, pokud byl vítr svým směrem přízniv. Možnost využívat boční vítr při tomto nedokonalém plachtování a neexistenci lodního kýlu prakticky nebyla.

Pro řízení směru plavby měly řecké lodi po obou stranách dvě kormidlovací vesla. Kormidelník kybernétés, na větších lodích dva, mohl ovšem tímto nedokonalým kormidlem ovládat směr plavby pouze s velkou námahou a pouze na základě obvykle dlouho nabývané zkušenosti. Dobrý kormidelník byl váženým a vyhledávaným odborníkem.

Veslaři veslovali obrácení zády k přídi lodi a přitahovali rukojeť vesla k tělu. Na malých lodích vesloval veslař dvěma vesly, na velkých vesloval oběma rukama jedním veslem. Podle počtu řad veslařů se lodi dělily na jednořadé – monéry, dvouřadé – diéry, trojřadové, nejobvyklejší triéry, a dále spíše výjimečně čtyřřadé tetréry nebo pětiřadé pentéry. Triéra měla obvykle 170 vesel, tedy 85 na každé straně. Mnoho otázek rozesazení veslařů a tvaru vesel je dosud sporných. Otázky se pokoušel rozřešit francouzský císař Napoleon III., a nechal proto vyrobit repliku řecké triéry, a to podle všech dostupných údajů. Na této replice se ukázalo, že veslař není schopen veslem, dlouhým 9 až 12 m ani pohnout, natož veslovat. Z toho byl vyvozen názor, že tyto názvy se vztahují na počet veslařů, veslujících společně jedním veslem, nikoliv počtem vesel nad sebou. Jiní odborníci však soudí, že jde skutečně o počet řad veslařů s jedním veslem. Tito to však obvykle na reálném modelu nezkoušeli...

Průměrná rychlost triér byla vypočítána na asi 4 km/hod., a pouze na krátkou dobu bylo možno tuto rychlost zvýšit až na 6 km/hod. Poněkud vyšší rychlosti snad bylo možno dosáhnout s použitím plachet při ne příliš rozvlněném moři. Podle Hérodota to mohlo být až 9 km/hod., podle Xenofona až 15 km/hod.

Délka válečných triér je odhadována asi na 30 – 40 m, šířka asi 5,5 m a ponor 0,9 – 1,5 m, což odpovídá výtlaku 80 až 100 t. Obchodní lodě byly poměrně malé, obvykle měly nosnost 50 t. Jsou ovšem i zprávy o ojedinělých lodích velkých rozměrů, jako např. loď

Syrakusia, která měla mít 20 řad veslařů (není zcela jasno, jak jsou myšleny a počítány), 8 věží z nichž 3 sloužily jako stěžně, a posádku 600 mužů. Dal prý ji postavit Hiero II. ze Syrakus. Měla sloužit dopravě mezi Syrakusami a Alexandrií. Loď byla tak velká, že se nevešla do přístavu, pro který byla určena. Tato drobná chyba byla napravena tím, že Hiero tedy daroval loď Alexandrijskému králi Ptolemaiovi, který ji přejmenoval na Alexandrii. Podle odhadů by měla tato loď výtlak 4200 t., postavil ji prý sám Archimedes a ten také sestrojil stroj pro její spuštění do vody a opětné vytažení. Pokud jsme hotovi věřit zprávám o této velkolodi, pak lze ještě dodat, že to bylo plovoucí město s okrasnými zahradami a k tomu měla metací stroj, schopný metat kameny až 3 centy těžké a šípky 7 m dlouhé. K tomuto úchvatnému líčení je nutno pouze připojit, že antičtí spisovatelé měli krom jiných schopností i schopnost poněkud přehánět.

Jak vypadala plavba antické obchodní lodi je popsáno v Bibli, v novozákonní knize Skutků apoštolských. Je tam popsána plavba, při které je Pavel z Tarsu jako vězeň dopravován z Judeje do Říma, kam se jako římský občan odvolal k císaři. Naloděn byl v přístavu Césarea, a to na obchodní loď, jejímž cílem byl přístav Myrha na jižním pobřeží Malé Asie. Cestou loď zastavovala v četných přístavech. Z Antiochie však musela loď pro nepříznivý vítr plout na ostrov Kypr a pak pokračovat klikatě zpět k Malé Asii až do Myrhy. Tam byl Pavel římským místodržícím určen na alexandrijskou loď, která plula do Itálie s nákladem obilí. Podle Pavlova líčení bylo na lodi 270 osob, z nichž většina byli vězni a zajatci. Posádku tvořilo 26 mužů. Poněvadž náklad obilí byl poměrně těžký, nebyla lodní skladiště zcela zaplněna a ve volných prostorách skladů byli v noci ubytováni zajatci. Polovina jich vždy přespávala na prknech, kterými bylo obilí přikryto, a druhá polovina byla na palubě, a příští noc se opět vystřídal. Spát bylo ovšem možno pouze pokud byly otevřené otvory na palubu, za deště a bouře byly tyto otvory uzavřeny a všichni zajatci museli být na holé palubě. Loď, jak se píše v tomto dramatickém svědectví, plula pomalu mezi ostrovem Rhodos a pevninou k ostrovu Knidos, a poté zamířila ke Krétě, kam došla s velkým zpožděním až v říjnu, kdy je pro bouře již plavba nebezpečná a obvykle se přerušovala. Pavel, mající ze svých cest jistě námořní zkušenosti, před pokračováním v plavbě varoval. Velitel lodi však na jeho varování nedal a vydal rozkaz k další plavbě směrem k ostrovu Malta. Sotva však vypluli, stihla je tak prudká bouře, že museli stáhnout plachtu s ráhnem na hlavním stožáru a vztyčit pouze malou plachtu na předním stěžni, aby mohli stočit loď po větru a zachránit ji tak před převrácením. To by jí hrozilo, kdyby byla k vlnám postavena bokem. Hnání větrem dorazili k ostrovu Cauda, kde obtočili loď lanem, aby se nerozlomila. Bylo to vlastně hypozoma, které u obchodních lodí nebylo, ale bylo možno ho takto v případě nouze improvizovaně doplnit. Poněvadž se obávali toho, aby vítr nezahnal loď na mělčinu, odstranili všechno plachetní zařízení, sňali i kormidla, vesla a kotvy. Protože však stále trpěli vlnobitím a loď nabírala vodu, vyhodili jednoho dne do moře celý náklad a následujícího dne spustili do moře všechno lodní nářadí. Podle Plutarcha se tímto nářadím rozuměly pomůcky pro zmírnění rychlosti lodi, byla to těžká lana s uzly na koncích a kotvy. Rychlost se mírnila jejich tažením za lodí. Protože bouře trvala již bezmála 14 dní a nepolevovala, a celou tu dobu se neukázalo ani Slunce ani hvězdy, pozbývali již naději na záchranu. Konečně se v jedné noci ukázala pevnina, a v obavách z najetí na břeh měřili olovnicí hloubku vody. Protože hloubky ubývalo, spustili zadní kotvy. Později chtěli lodníci pomocí veslové loďky zakotvit loď i vpředu (dělal se to tak, že se kotva na loďce odvezla přiměřeně daleko od přídě a tam se spustila na dno), ale pasažéři lodi měli obavu, že chtějí loď opustit a ponechat osudu, a proto jim v tom zabránili. Ráno pak zahlédli nablízku záliv vhodný k přistání a snažili se tam dostat co nejrychleji. Přerázli proto lana zadních kotev, které zůstaly na dně, a pomocí malé plachty se nechali unášet ke břehu. Šlo jim o to, aby loď na mělčině setrvačností došla co nejdále a nebyla ztržena znovu na moře. Naneštěstí však narazili na skálu, skrytou pod vodou, a loď se rozlomila. Závěr této plavby byl tedy relativně šťastný, na přímluvu jednoho důstojníka,

kterému záleželo na tom, aby Pavla dopravil do Říma nebyli vězňové pobiti aby se zabránilo jejich útěku (jak patrně nařizovaly předpisy), a všichni pasažéři i posádka se na prknech a jiných pomůckách dostali na břeh. Teprve na břehu se dozvěděli, že jsou na ostrově Malta.

Pavlovo líčení je tedy cenným svědectvím o strastech plavby v dobách antických. Lodi pluly obvykle z opatrnosti podél břehu a na noc byly vytahovány na souš. Pouze na nemnoha místech byly majákové ohně, podle kterých bylo možno se za špatného počasí a večerního šera orientovat. Nejvýznamnější maják byl na ostrově Pharos před vjezdem do přístavu v Alexandrii. Sám tento maják dostal jméno Pharos. Tato stavba je známa i tím, že její stavitel Sostrates obelstil egyptského krále Ptolemaia II. Pod jeho jméno, které bylo vytesáno na majáku dokázal umístit své jméno tak dovedně, že po zvětrání vrchního nápisu se objevilo pod ním jméno stavitele.

Řecká námořní moc dosáhla vrcholu za Alexandra Makedonského, avšak po jeho smrti se říše rozpadla a postupně stala kořistí Římanů.

Římské lodi

Původní kočovníci, kteří se usadili po svém tažení Apeninským poloostrovem na pahorcích při řece Tibeře založili osadu Řím kolem které se postupně sjednotili. Země byla úrodná, pobřeží však bylo málo členité a nebylo tedy zvláště vhodné pro zakládání přístavů. Římané se proto mnohem více věnovali zemědělství, které bylo nejváženějším zaměstnáním. Pro řemesla neměli pochopení, a považovali je stejně jako obchod a námořnictví za něco ponižujícího, a proto tyto činnosti přenechávali cizincům a plebejcům, zejména Řekům a Kartagincům. Střediskem námořního obchodu byl Řím, jehož námořní přístav byl v ostii při ústí Tibery. Ani tento jeden z mála přístavů za mnoho nestál, protože se zanášel a trpěl bouřemi. Římané postrádali romantickou touhu po objevování nových světů a nepodnikali žádné objevitelské výpravy, zato byli dobří kolonizátoři a dobytá území dokázali zajistit a spravovat jak po stránce vojenské, tak ekonomické a správní.

Lodě začali Římané stavět teprve v období soupeření a válek s Karthagem, kdy si uvědomili, že tuto mocnost je nutno porazit na moři. Vzorem jim byly řecké lodi, které dokázali zdokonalit, a to zejména díky jedné ukořistěné kartaginské lodi, ze které přejali mnoho prvků. Tak začali stavět triéry i pentéry, ovšem římské lodě připadaly Kartagiňanům nemotorné, a také je zpočátku v léece zajali.

Protože se římské lodi skutečně nemohly rovnat kartaginským, a Římané uměli bojovat především na souši, vyvinuli taktiku, která jim pomohla k vítězství. Na římské lodi byl asi 7,5 m vysoký stožár, na kterém byl upevněn pohyblivý sklopný můstek se zábradlí. Ten bylo možno kladkou spouštět do několika směrů. Povolilo-li se lano, můstek spadl na nepřátelskou loď a zabodl se ostrými bodci do její paluby. Římští legionáři po můstku přeběhli na nepřátelskou loď a bojovali jako na souši. Tak porazili Římané Kartagince u Myl, a na památku tohoto vítězství byl v Římě postaven vysoký mramorový sloup, do kterého byly vetknuta rostra, kovové přídny bodce, kartaginských lodí. Podobný sloup zdobí dodnes některá města, a je například k vidění i ve Vídni nedaleko Prátru. Po svém vítězství nad Karthagem Římané opět na loďstvo spíše zanevřeli, což vedlo k jistému bezvládní nad Středozemním mořem. Následkem tohoto stavu bylo katastrofální rozmnožení námořního pirátství, které citelně sužovalo veškerou námořní dopravu a obchod. Námořní piráti obsadili několik set měst, posádky jejich lodí byly ze zručných veslařů i vojáků, a jejich lodě byly nádherně vystrojené. Nechyběly prý na nich ani purpurové záclonky, zpěv, hra na flétnu a stříbrem zdobená vesla. Když Římané konečně usoudili, že tak dále nelze, pověřili r. 67 ante Gnaia Pompeia úkolem piráty vyhubit. Dostal k tomu 500 lodí a několik tisíc vojáků a jezdců. Pompeius rozdělil Středozemní moře na 13 sektorů a do každého poslal určitý počet lodí. Díky promyšlenému a koordinovanému tažení se mu podařilo moře od pirátů vyčistit za

necelého čtvrt roku. V rámci této akce nechal zničit 1300 lodí, 71 lodí zajal a 300 lodí se mu vzdalo. O život přišlo několik tisíc pirátů. Tímto zásahem nabylo řecké loďstvo opět vážnosti, avšak pouze nakrátko, protože pro Římany nikdy nebylo prioritou a služba na lodi nebyla pro ně spojena s žádnou společenskou prestiží, byla to pro ně stále záležitost dobrá pouze pro cizince a propuštěné otroky.

Římské lodi byly, jak již bylo řečeno, odvozeny od řeckých nebo kartaginských vzorů, a Římané sami do jejich konstrukce nic nového nevnesli. I později velmi oblíbený typ lodi je kopií. Líbily se jim lodi Liburnů, jedněch z oněch námořních pirátů. Byly elegantní a štíhlé, lehce řiditelné a rychlé. Tvar těchto lodí, zvaných liburny se s malými úpravami zachoval, a je od nich odvozena i pozdější benátská galéra. Rozšířené byly i veslové lodi bez paluby, stavěné podle vzoru lodí kyperských. Nazývaly se terkury a abyly používány jako dopravní a zásobovací lodi, doprovázející loď válečné.

Veškeré římské lodi měly po dvou kormidlech, pro kotvy používali Římané řetězy místo lan. Plachtoví římských lodí bylo stejné jako u řeckých, až na to, že místo plachty čtyřúhelníkové používali na předním stožáru plachty ve tvaru pravoúhlého trojúhelníka. Tato plachta byla přeponou přivázána na šikmo postavenou tyč, připevněnou na stěžeň. Tyto třícípé plachty se nazývají plachty latinské. Zád' římské lodi byla vyhrazena veliteli a kormidelníku. Z různých zástěn, které měly bránit veslaře před střelami i před Sluncem a nepohodou se posléze vyvinul řádný prkenný kryt, paluba. Tak se objevily válečné lodi s palubou.

Ke kapitole o lodích antického Říma nutně patří i zmínka o lodích, které nechal postavit císař Caligula na jezeře poblíž osady Nemis. Byly prý to dvě nádherně vystrojené lodi, které ovšem sloužily spíše jako hausbót, uspokojující zvláštní choutky tohoto podivínského císaře. Jejich zbytky byly z jezery z Mussoliniho rozkazu kolem r. 1930 vyloveny, ale nebylo shledáno nic mimořádného. Poněvadž se nezachovala horní část lodí, nenapomohlo to ani k řešení otázky rozsazení veslařů. S císařem Caligulou je spojena ještě stavba lodi, která dopravila z Egypta do Říma obelisk o výšce 20,5 m a váze 487 t. K jeho postavení bylo třeba součinnosti 20 000 lidí. Roku 1586 byl tento obelisk přemístěn na Náměstí svatého Petra, kde je dodnes. Voda se nad římským lodním stavitelstvím a námořnictvím zavřela s koncem římské říše, aby byly po stoletích znovu vzkříšeno v severoitalských městech, především v Janově a Benátkách.

Středověké lodi

Po pádu Římské říše nastává ve Středomoří i v Evropě zcela nová situace. Pokud jde o umění nautické, zůstalo i nadále přítomno na Středozezemním moři, ale k němu přibyla i oblast moří omývajících západní a severní Evropu. V obou těchto oblastech postupoval vývoj samostatně a nezávisle. Ve Středozezemním moři se stali nositeli tohoto umění Byzantinci, Benátčané a Arabové. Byzantské námořnictví se rozvinulo pouze nakrátko za vlády Konstantina Velikého, který učinil z Konstantinopole, dříve Byzantia, své sídlo. Tato kapitola spadá však ještě do antiky, a poté již i byzantská námořní síla upadla.

Mnohem lépe se dařilo Benátčanům. Benátky vznikly roku 452, kdy Attila zpustošil několik severoitalských měst a uprchlíci z nich se usadili na ostrovech na severním konci Jaderského moře a založili tam rybářskou osadu. Tato osada tak dobře prosperovala, že si časem podmanila okolní istrijská a dalmatská území a stala se z ní mocná a bohatá Republika benátská. Tato republika svým loďstvem ovládala celé Jaderské moře. Jejich panství bylo potvrzeno roku 1159 papežem Alexandrem III: slovy: „Ježto jste si moře vybojovali, má vám

být poddáno jako žena muži.“ Na paměť toho se každoročně konala pompézní slavnost. Námořní moc Benátčanů povznesly zejména křížové výpravy. Protože země, ze kterých se tyto země ubíraly obvykle nedisponovaly loďstvem, musely by postupovat po souši přes Cařihrad, což byla cesta zdlouhavá a nebezpečná. Doprava benátskými loděmi nebyla navzdory tomu, že se i Benátčané považovali za křesťany a mohli být s křížáky solidární, zdaleka zadarmo. Právě naopak, Benátčané dokázali této příležitosti finančně i mocensky beze zbytku využít. Vrchol rozvoje tohoto obchodního státu bývá kladen do roku 1423 a tehdy měla benátská republika 3300 lodí obchodních, 45 válečných a posádka těchto lodí čítala úhrnem 36 000 mužů.

I Benátkám však vyrostla nebezpečná konkurence v Arabech. Tyto kmeny, které přijaly islám se pustily s nesmírnou energií do výbojů, ve kterých dobyli v poměrně velmi krátké době nejen velkou většinu Malé Asie, severní Afriky, a dále až ke Kavkazu a do Asie. Roku 711 překročili Gibraltarskou úžinu a ovládli pyrenejský poloostrov, odkud ohrožovali Evropu. K těmto úspěchům pomohl Arabům jejich obchodní duch, znalost matematiky, hvězdářství a zeměpisu, a pochopitelně především až fanatický zápal pro svoji víru a její šíření. Loďstvo Mohamedových nástupců kalifů bylo zprvu složeno z lodí asyrských a řeckých, když si však v 7. Století podrobili území při Středozemním moři, stali se jejich lodními posádkami zkušené plavci fénici a egyptští. Již tehdy měli loďstvo, čítající kolem 200 lodí, kterým dokázali porazit třikrát početnější loďstvo byzantské. Jejich flotila byla složena především z triér a galér.

Galéra představovala v té době zcela nový lodní typ. Byly to dlouhé úzké lodi, vyčnívající poměrně málo z vody, asi 1,5 m, které neměly na moři dostatečnou stabilitu a posádky dosti trpěly vlnobitím. Jejich délka byla až 40 m, výtlak až 200 t.

Od řeckých lodí se lišily galéry tím, že měly delší a těžší vesla. Lavice byla šikmo k ose kýlu a veslařů na lavici sedělo na každé straně až 5, každý obsluhoval jedno veslo, takže se zvenčí jevila jako ve svazcích. Pouze na nejmenších galérách byl u každého vesla jeden veslař. Později byla dlouhá vesla poháněna několika veslaři, kteří seděli vedle sebe na lavicích. Mezi lavičkami veslařů byl můstek, široký 1,2 – 1,8 m, kudy procházeli dozorcí a důtkami nebo biči veslaře popoháněli. Veslaři vstávali z lavic když natáčeli veslo nad vodou kupředu a usedali, když veslo protahovali vodou. Při veslování byli zcela nazí. Veslař byl schopen nepřetržitě veslovat průměrně asi pouze jednu hodinu, avšak za válek museli vydržet veslovat mnohem déle. Ve své úmorné práci byli posilováni tím, že jim byl do úst dáván chléb namočený ve víně. Ve veslování se obvykle střídaly tři směny, a tuto práci konali většinou otroci, zajatci nebo trestanci.

Plachty galér byly trojcípé, latinské, a to na dvou stěžních. Aby bylo možno přední plachtu řádně napnout, musela být příď prodloužena dlouhým krakorcem, který sloužil dobře i v boji.

Ve výzbroji galér byly katapulty, balisty nebo až tucet děl na předním kastelu. Poslední velkou námořní bitvou, které se účastnily galéry, byla bitva u Lepanta poblíž Korintského zálivu. V této bitvě ztratili Turci 130 válečných lodí a bylo osvobozeno asi 12000 křesťanů z galejního otroctví.

Severské lodi

V severních evropských zemích se zprvu používaly rovněž pouze lodi veslové. V Severním moři a v Atlantickém oceánu je ovšem často bouřlivé, studené a mlhavé počasí, jsou zde silné vodní proudy a moře tvoří nedozírnou plochu, na které je pouze málo ostrovů. Lodě zde proto musely být pevnější aby snesly tyto drsné poměry a vydržely dálnou plavbu. K tomu však již musely mít lodi nezbytně plachty.

Největším a neznámějším námořním národem byli Normané, zvaní též Vikingové. Byli to mořští piráti, kteří loupili a plenili nikoliv jen na pobřeží Severního a Baltického moře, nýbrž i ve vzdálených končinách jiných zemí. Zabrali většinu ostrovů v Severním moři, obsadili Irsko, severní německo a probili se až ke Kyjevu a Konstantinopoli. Jiný jejich proud se dostal přes Island a Grónsko až do Ameriky. Později pronikli do Bretaně a Normandie, za křížáckých válek pronikli na Sicílii. Výpravy Normanů se organizovaly velmi rychle. Běžci proběhli jejich zemi s válečným šípem a v sedmi nocích vzplanuly ohně na návrších Norska, což znamenalo že se chystá výprava. Nato jednotlivé osady připravily a vyzbrojily své lodě a výprava mohla začít.

Lodě Vikingů měly zprvu ploché dno, aby mohly zajíždět hluboko do řek, a byly bez paluby. Později dostaly čluny palubu, ta však měla uprostřed velký otvor pro bojovníky, překrytý pokrývkou, kterou se chránili před kamením a střelami nepřátel.

Z dochovaných nálezů vikingských lodí je možno stanovit jejich základní charakteristiky. Jeden z nalezených člunů je asi 22 m dlouhý, 3,3 m široký a 1,19 m vysoký, měl 19 žeber a 28 vesel. Plachta byla čtyřúhelníková a byla zavěšena na horním ráhnu, spodní plachetní tyč chybí. Posádka čítala 40 – 80 mužů, jedno veslo někdy obsluhovali dva veslaři. Kormidelní veslo bylo na pravé straně lodi. Vikingské lodě, nahánějící patrně děs obyvatelům severní Evropy, byly charakteristické tím, že na jejich bocích byly zavěšeny pestře pomalované kruhové štíty bojovníků. Zajímavým objevem, učiněným spolu s nálezem zbytků této lodi, byly hřebíky. Tyto hřebíky, uložené v Národním muzeu v Oslo mají být skoro z čistého kujného železa a mají tu zvláštní vlastnost, že nerezaví. Jsou prý na nich zřetelné stopy kladiva, kterým byly kovány, avšak ani náznak rzi.

Použitelnost vikingských lodí pro dálkové plavby byla dokázána roku 1893 při příležitosti Světové výstavy v Chicagu. Člun s plachtou a 28 třímetrovými vesly, osazený 60 Nory doplul za 27 dní z Bergenu do Nového Foundlandu

Od 12. Století však měly skandinávské lodě již vyšší boky, na přídi kastel pro střelce a praky, na zádi vyvýšenou kajutu, zlepšené plachetní zařízení s hlídkovými koši na stěžních, a bylo již možno využívat i bočního větru natáčením plachet. Při dalekých cestách tyto lodě používaly takřka výhradně plachty.

Slovanské lodě

Jedním z přímořských národů středověké Evropy byli i Slované, usazení při pobřeží Baltického moře. Jejich lodě se lišily v jednotlivých oblastech. Lodě z oblasti západní se nejvíce blížily lodím vikingským, byly ovšem kratší a širší. Zatímco u lodí vikingských byl přední vaz vytažen vysoko nad boky a zdoben plastikami, u lodí slovanských končil převážně v úrovni boků. Slované své lodě nazývali "koráby". Slovanské lodě napadaly plavební cesty v oblasti Dánska, Norska a Švédska a na pobřežní osady útočily i na pobřeží Británie. V kronikách, kde jsou tyto nájezdy zaznamenány, jsou Slované nazýváni Venedové. Vedle těchto větších lodí, odpovídajících velikostí vikingským snekkerům byly stavěny i lodě menší, poháněné 10 - 20 veslaři, které sloužily k ochraně pobřeží. Délka těchto lodí se pohybovala mezi 10 - 14 m, šířka byla 3 - 4 m. Zatímco lodě ze západní oblasti měly kýl, východní lodě měly ploché dno, které mumožňovalo při říční plavbě přetahovat loď přes mělčiny.

Námořní doprava Anglie – křížácké lodě

Námořní doprava Anglie, podobně jako ostatních severských národů, se až do křížových výprav odehrávala pouze v severní mořské oblasti. V souvislosti s křížovými výpravami, tedy v 11. – 13. stol. se teprve začala plavba v Anglii oživovat. V dubnu 1190 vypluly první

anglické lodi s křižáky z Dartmouthu do Lisabonu a Marseille a odtud pak do Messiny, kde se spojily s loděmi, jež sem doprovázely Richarda lví srdce a později jej dopravily až do Arca. Kvantum vojska, které bylo třeba dopravit, vyvolalo nutnost zvětšení lodí. Lodi především dostaly druhý stožár, jejich délka byla kolem 27 m a šířka 7 – 7,5 m. Ponor měly asi 2 m a výtlač kolem 100 t. Byly o něco kratší než tehdejší válečné lodi. Křižácké lodi měly vysoké boky a kryté nástavby, zvané kastely, na přídi, takže byly schopny pojmout větší počet bojovníků a koní. Plachty byly z barevných pruhů a často byly různě zdobeny výšivkami. Plavba byla velmi nepohodlná, loď měla 1., 2. a 3. třídu, a poplatek odpovídal poskytovanému komfortu. U těchto lodí byla žebra pevně spojena s páteří, ale boky měly stejnou konstrukci jako lodi vikingské. Plachty byly zavěšeny na dvou stěžních, z nichž přední byl mírně skloněn dopředu, aby se usnadnily obraty lodi při manévrech. Plachetní výstroj byla zdokonalena a loď mohla využívat i boční vítr. Na každém stěžni byl hlídkový koš, ze kterého byly nejen střeleny šípy, nýbrž i metány kameny, dopravované sem speciálním výtahem. Plachty na zadním stěžni byly trojdílné, na předním dvojdílné. Spodní pruhy plachet byly odepínatelné, a odstraňovaly se za silného větru nebo tehdy, kdy bylo třeba rychlost plavby zmírnit. Tento způsob zmenšování plachet se udržel až do doby, kdy se plachty začaly shrnovat. Ovládání plachet bylo již usnadněno používáním kladek a kladkostrojů.

Ve 12. století dochází především k oné velmi výrazné inovaci v podobě kormidla, které nahrazuje kormidelní vesla. Kormidlo spolu s kýlem umožňuje plně využívat aerodynamických vlastností plachet a plout i při bočně vanoucím větru. Na přídi byly kotvy, které byly používány i k přitažení nepřátelské lodi v boji.

Největší plavidla tohoto určení dosahovala až 40 m délky a byla schopna přepravit až 1000 osob. Pokud byly tyto lodě použity v námořním konfliktu, byla loď pouhou plovoucí základnou, která byla bráněna či dobývána podobně jako hrad. Kastely měly právě tuto funkci vyvýšeného ohrazeného místa, ze kterého stříleli lučištníci. Právě tato jejich funkce vedla k jejich enormnímu zvyšování a rozšiřování, což ztratilo smysl po zavedení střelných zbraní, kdy byl vysoký kastel spíše nevýhodou.

Německé kogy

Germáni začali podobně jako Vikingové zakládat kolonie, i když mnohem později. Souvisí to s počátky dnešního Německa, které je možno klást do období po smrti císaře Karla Velikého, tedy 9. a 10. století. Koncem 10. stol. bylo již na německém pobřeží Severního moře již několik měst (Brémy, Lübeck, Hamburg, Šlesvik), která obchodovala s Anglií, Švédskem, Norskem, Islandem i Grónskem. Až do 12. století bylo německé pobřeží ohrožováno Normany, avšak když ve 12. století jejich nájezdy ustaly, začali Němci svůj vliv rozšiřovat. Zabrali postupně celý pobřežní pruh od Kielu až k Rize, kde zakládali města. Tato kolonizační oblast byla sjednocena ve zvláštním útvaru, nazývaném Hansa. Vzorem byl první takový spolek, Flanderská hansa, kterou vytvořilo r. 1200 v Bruggách 17 měst. Roku 1229 byl založen podobný spolek „Společný německý obchodník“ a bylo v něm sdruženo 7 německých měst. Protože politické poměry byly neurované a neklidné, cítila obchodní města, že je nutno i ochranu svých zájmů zajistit ještě pevnější organizací. Tak vznikl roku 1260 další svaz měst, tzv. „Německá hanza“. Hanza neměla sice pevnou ústřední organizaci, měla však vlastní vojsko a válečné loďstvo, které dobrovolně vydržoval Lübeck. Hanza si záhy zajistila skoro monopolní postavení v Severním a Baltickém moři a své zájmy si dokázala svou brannou mocí bránit. Za 100 let si podrobila Dánsko a vedla války jako suverénní stát. Největšího rozmachu dosáhla kolem roku 1367, kdy v ní bylo spojeno 77 měst. Pak však i tento kolos začal poněkud upadat a navíc trpěl námořními lupiči. Hanza byla rozpuštěna roku 1630, a s tím zanikla i tehdejší námořní moc Německa, protože jeho panovníci se o moře až do 19. stol. nezajímali.

Hlavní oporou veškerého podnikání německé hanzy byly lodi, nazývané „kogy“. První zmínky o nich se objevují již v období 818 – 1010, kdy se píše, že Holanďané vystrojili četné „Koggenschiffe“, aby se ubránili nájezdům Normanů. První kogy měly příd' podobnou lodím vikingským, tedy s drakovitým zakončením, neměly paluby a nesly pouze jeden stožár s vodorovným ráhnem a vesla, která se používala za nepříznivého větru. Teprve po 12. Století dostaly tyto lodi palubu, avšak ta se v létě odstraňovala. Ve 13. Stol. byly již kogy všeobecně používány, a měly krom hlavního stožáru ještě jeden menší stožár na přídi, vpřed nakloněný, a později až tři stožáry. V tomto případě byl přední stožár rovněž skloněn mírně vpřed, hlavní, střední stožár mírně vzad. Třetí, zadní stožár býval nejslabší a nejnižší. Kogy měly původně čtyřúhelníkové plachty a vztyčovaly se teprve tehdy, když loď s pomocí vesel vyplula na moře. Teprve za křížáckých válek se začaly používat rovněž trojcípé plachty latinské, které Němci poznali ve Středozeří. Trojcípé plachty však měly kogy pouze na zadních stožárech. Ještě ve 14. Století byly kogy poměrně malé lodi s výtlačkem kolem 100 t., v následujícím století se však zvětšily až na 300 – 500 t., v 16. Stol. měly lübecké válečné kogy až 1400 t. Charakteristickými a oceňovanými vlastnostmi kogy byla solidnost jejich stavby, dobrá stabilita a snadnost vytažení na břeh.

Koga byla průměrně dlouhá 18 – 36 m, široká 5 – 10 m a ponor měla 2 m. Byla to původně jednostěžňová loď s krátkým trupem a vysokými boky. Lodní trup z dubového dříví byl podélně vyztužen dvěma dubovými trámy, páteříkem hlavním a vezdejším. Plaňky boků se vzájemně překrývaly, žebra byla spojena s palubními trámci koleny.

Kormidelní veslo se nejprve přenášelo podle potřeby na jeden nebo druhý bok lodi, avšak vzhledem k vysokým bokům těchto lodí se stávalo stále méně ovladatelné a účinné. Proto se již na přelomu 12. a 13. Století objevuje skutečné kormidlo, zavěšené na závěsech na zadním vaz. Poprvé je kormidlo doloženo na kresbě lodi ve Winchesteru z roku 1180. Kogy byly nápadné svými vysokými nástavbami, kastely, na přídi i zádi. Kastely sloužily jako útočiště při útoku nepřátelské lodi, a bylo je možno využít i při přestavbě kogy na loď válečnou. Ozbrojeny byly ovšem i kogy obchodní – uprostřed paluby byly dva vrhací stroje, a to prak a samostříl. Prak sloužil k vrhání větších kamenů na větší vzdálenosti, samostříl vrhal drobnější kameny nebo železné tyče na vzdálenosti kratší. Na předním kastelu se bojovalo meči a oštěpy, na zadním byli shromážděni důstojníci a měšťané. Štíty vojáků, měšťanů i důstojníků byly po vikingském zvyku zavěšeny po stranách zábradlí lodi. Hansovní lodi neměly společný odznak, každé město mělo svou vlastní vlajku.

později se však i koga dočkala kormidla, zasazeného v zadním vaz. Zád' bývala nad vodou tupě zakončena, příd' zaoblana.

Lodní posádka čítala na počátku 14. stol. při výtlačku 200 t asi 140 lidí, z nichž bylo asi 20 měšťanů a důstojníků. Pozdější větší kogy, vyzbrojené děly, měly až několik set mužů. Protože se v severských mořích ve druhé polovině 14. Století ještě nepoužíval kompas, pluly lodě většinou podél pobřeží a pouze za příznivého počasí se podnikaly delší plavby na moře. Rychlost těchto plachetnic byla za příznivého větru poměrně značná. Pokud to počasí dovolovalo, stravovala se posádka na souši, kam se vecek po přistání po lávce odebrala. Pokud zakotvení nebylo možné, jedly se studené pokrmy, obvykle nakládané a uzené maso, chléb a ryby. Voda byla vedena v dřevěných nádobách a pivo v sudech. Před bouří se posádka, pokud to bylo možno, rovněž nejraději uchýlila na souš. Při dlouhých námořních cestách se plulo v noci podle severky, pokud nastalo špatné počasí, orientovala se loď pomocí ptáků, které vezli v klecích. Ptáci po vypuštění vždy zamířili k pevnině. Teprve později zavedla hansa na svých lodích kompas, který byl již dávno užíván v Číně. Do Evropy se kompas dostal prostřednictvím Arabů, avšak Evropané mu dlouho nedůvěřovali.

Na lodi panoval přísný řád. Vše bylo podřízeno kapitánovi, který před plavbou všem připomenul plavební předpisy a posádka se společně modlila. Před vjezdem do přístavu byla posádka napomenuta, aby se zachovaly v tajnosti události, které se na lodi seběhly během

plavby. Plavba se přerušovala od sv. Martina do 22. Února. Ve válečné době nesměla žádná loď sama vyjet na moře nebo jet do vzdáleného přístavu. Z těchto zvyků a pravidel se rodilo budoucí námořní právo. Velkou pomůckou byly plavecké knihy, jejichž počátek sahá asi do 14. stol. V nich byly sebrány a sepsány všechny informace a zkušenosti, týkající moří a pobřeží od Gibraltaru až po Finský záliv, informace o přílivu a odlivu, o přístavech, skaliscích, hloubkách a druhu mořského dna.

Monopolnímu obchodu hansovních měst učinili konec Holanďané, Skandinávci a Angličané, kteří je postupně připravili o jejich výsady. Největší ránou pro hansu však byla ztráta její politické moci, což se stalo v rámci vývoje dějin Německa.

Přesun plavby do Atlantiku, doba objevitelských plaveb

Doba křižáckých výprav způsobila v severozápadní Evropě velký hospodářský pokrok a rozvoj mezinárodního obchodu v oblastech doposud zaostalých, tedy na pobřeží Atlantiku. Od té doby se v Evropě neustále objevuje a drží víra, že zbrojení a válka jsou jevy ekonomicky blahodárné, ba přímo humanitární. Nová orientace obchodu je patrna u Benátčanů i Janovanů, kteří počali začátkem 14. století proplouvat Gibraltarem k severozápadním břehům Evropy, aby si zjednali náhradu za oblasti, které jim převzali či zahradili Arabové. Především byla přehrazena cesta do Indie, země pohádkové i z hlediska obchodního. Jediná volná cesta vedla kolem Afriky. Tehdejší plavci (ve 14. a 15. stol) neměli v úmyslu obeplout celou Afriku, nýbrž pouze k předpokládanému západnímu rameni Nilu, po kterém by se dostali k stejné předpokládanému rameni východnímu, směřujícímu k Indii. Geografické představy byly ještě velmi mlhavé a zcela báje. Země, které mořeplavci objevili si přivlastňovali, tento přivlastňovací pud je rovněž čímsi novým. Vikingové i Číňané se v objevených zemích buď usadili nebo odpluli domů a země nechávali jejich původním obyvatelům. Zabraní země se nejprve dělo vztyčením dřevěného kříže nebo kamenného sloupu se státním znakem, jak to zavedli Portugalci. Při jedné takové plavbě doplul Portugalec Bartoloměj Diaz roku 1486 do nejjižnějšího bodu Afriky, který byl nazván „Mys dobré naděje“. Proplout tudy až do Indie se podařilo až za 10 let Portugalci jménem Vasco da Gama. Mezitím se však janovský plavec Cristobal Colon (Kryštof Kolumbus) připravoval na cestu zcela jiným směrem. Opíral se o tehdejší názor, založený na nábožensko-geografických spekulacích, že zeměkoule je mnohem menší, takže vzdálenost mezi Evropou a Asií západním směrem je na několik málo dní plavby. Názory na tuto možnost se ovšem velice různily, a portugalská univerzita v Salamance se odmítla k této myšlence nějak vědecky vyjádřit. Více starostí dělal tajemný Ostrov svatého Bardána, kterým je jakási obrovská ryba. Vedle tohoto ostrova byl podle středověkých názorů v Atlantiku ještě ostrov Antilia, kam se měl uchýlit portský arcibiskup, aby nepadl do rukou Maurů. Tento ostrov několik výprav marně hledalo. Byla nakonec o úsudek požádána v té době největší autorita, florentinský lékař Toscanelli, odborník na astronomii a matematiku. Ten vydal takovou sentenci, že plavbou na západ se doplue do země Cathay, jak se tehdy nazývala Čína, a že vzdálenost k proplutí činí 130 stupňů zeměpisné délky. Kolumbus tohoto znalce požádal i o náčrtek asijských východních břehů a obdržel ho. Když se svou myšlenkou plavby západním směrem nepochodil ani v Janově, ani v Benátkách, ani v Portugalsku, obrátil se s žádostí o podporu této výpravy na španělský dvůr. Tam panovala právě dobrá nálada ze znovudobytí Alhambry z rukou Maurů. Bylo tedy ujednáno, že když bude mít Kolumbus úspěch, obdrží hodnost admirála a stane se místokrálem všech objevených zemí, obdrží desetinu výnosů z nových kolonií a ještě několik dalších poct. Na těchto podmínkách Kolumbus sám úzkostlivě trval, nešlo mu tedy ani o vědu nebo pohnutky ideální. Jelikož Kastilie neměla vlastní státní loďstvo, byly pro Kolumbovu výpravu opatřeny tři malé plachetní lodi, které nezval „Santa Maria“, „Pinta“ (Pestrá) a „Niña“ (Malá). Vyplul v pátek 3. srpna 1492 z malého španělského přístavu palosu, ale již na

kanárských ostrovech se musel zastavit a provést opravu lodi. Tam se zdržel 4 týdny, takže teprve 6. Září nastoupil další plavbu. Jelikož se země neukazovala a zásob ubývalo, posádka se začala bouřit. Aby mužstvo oklamal, vedl dvojí deník o uražených vzdálenostech, ve jednom zaznamenával skutečné a v druhém, pro mužstvo větší. V noci z 11. na 12. října, kdy pluli již 70 dní, se dostala „Pinta“ před ostatní lodi a plavčík Juan Rodriguez Bermego zahlédl v měsíční záři okraj pobřeží. Hnal se hned k nejbližšímu dělu, aby tento radostný objev ohlásil ostatním zemím. Očekával za to odměnu, která byla slíbena tomu, kdo první spatří zemi. Nedostal však nic, Kolumbus si ji ponechal, tvrdě, že již večer předtím viděl sám v dálce světlo...

Zpáteční cestu nastoupil Kolumbus 4. ledna 1493, a to pouze s nejmenší Niňou, protože admirálská Santa Maria se rozbila a Pinta Kolumba zrádně opustila, aby první přinesla do Španělska zprávu o objevených zemích. Kolumbus prožil mnoho nebezpečí i při zpáteční cestě, a vrátil se 15. března do přístavu Palos se zlatem, rostlinami a 6 Indiány. Je známo, že jím objevené ostrovy byly mimo jiné Kuba a Haiti. Do nové země se vypravil ještě třikrát, a svou panovačností a krutostí proti sobě popudil mnoho lidí, kteří se pak zasloužili o jeho sesazení. Po propuštění podnikl na svůj náklad ještě čtvrtou cestu, kdy dospěl k pobřeží Hondurasu, ale z cesty se vrátil nemocen a sklíčen nevděkem Zemřel 21. května 1506.

Mezitím však Portugalec Vasco da Gama obeplul roku 1497- 9 Afriku a dospěl skutečně do Indie. Otázka nalezení námořní cesty do tohoto touženého cíle byla tím vyřešena. Roku 1502 plul Vasco da Gama znovu, tentokrát s 20 loďmi a z rozkazu krále Emanuela. V Indii založil několik obchodních stanic a vrátil se o rok později s bohatým nákladem. Zatímco Vasco da Gama plul do Indie, objevil Angličan Sebastian Cabot vlastní pobřeží Severní Ameriky. Tím byla tedy uvedena celá ona geografická záhada na pravou míru, a spolu s tím se ukázalo, že Kolumbus nevěděl kam pluje, nevěděl kam doplul, a když se vrátil, nevěděl kde byl. To potvrdily i pozdější výpravy, které zjistily, že Kolumbem objevené země nejsou součástí Asie, nýbrž čtvrtý díl světa, který dostal své jméno po florentském mořeplavci Amerigu Vespuccim. Po jistou dobu panovala ovšem ještě představa, že tato Nová země je velkým poloostrovem, vybíhajícím z Asie, tyto domněnky byly vyvráceny výpravou Magalhaesovou r. 1520.

Lodě těchto plaveb – karavely a karaky

Ochrana námořních obchodních cest, objevitelské a kořistnické plavby a vzájemná rivalita mezi státy vyžadovaly víceúčelová plavidla, která byla při dostatečné kapacitě nosnosti pro dopravu zboží schopna plnit i úkoly lodi válečné.

Karavely byly poměrně menší plachetní lodi, které byly snadno řiditelné, takže snadno proplouvaly mořskými úžinami. Neměly však příliš dobrou stabilitu, takže snadno nabíraly při bočním větru vodu. Kolumbova Santa Maria měla výtlak asi 270 t., což znamenalo, že unesla asi 120 až 130 t. nákladu. Měla tři stěžně, na středním nesla dvě čtyřúhelníkové plachty nad sebou. Na předním stěžni byla jedna čtyřrohá plachta a na zadním jedna trojcípá. Na předním šikmém dřevci pak byla ještě jedna plachta čtyřúhelníková. Čtyřrohé plachty předních stěžňů bývaly označeny velkým křížem a bývaly i pestře pomalovány, aby byly zdaleka viditelné. Pátečník této lodi byl dlouhý 18,5 m, celková délka byla 39 m a šířka 6,7 m. Ponor Kolumbových karavel byl 2 – 2,5 m.

Karavely měly uprostřed nižší palubu a na obou koncích zábradlím opatřené nástavby (kastely). Tyto nástavby byly u karak vyšší než u karavel, v tom spočívá při jejich podobnosti jeden z rozlišovacích znaků. Pod vrchní palubou byly další dvě paluby. Definitivní přesun světového obchodu na otevřená moře vyvolal tlak na zdokonalení lodí i nautických přístrojů. Daleké plavby vyžadovaly velké zásoby potravy a pitné vody. Vzhledem k dlouhé době plavby bylo také žádoucí, aby loď byla schopna přepravit velké množství zboží. Rostly proto

rozměry lodí. Lodní trup dostal pod vodou vhodnější tvar, aby bylo dosaženo větší rychlosti. Zvětšila a zdokonalila se i plachetní výstroj. Více se přihlíželo k stabilitě a manévrovacím schopnostem lodí. Lodní trup dostal silné výztuhy a oba jeho konce účelnější tvary. Oba kastely na koncích lodí byly nahrazeny na přídi gallionem a na zádi galérií kolem lodní zádi. Výška stěžňů se zvětšila, a to složením z několika kmenů, kdy u spoje býval hlídkový koš. Stěžně byly vzájemně propojeny lany, z nichž některá byla zároveň provazovými žebříky k obsluze plachet. Klinkerová obšívka je záhy vystřídána obšívkou karvelovou, tzv. "na sraz", kdy plánky obšívky přiléhají celou plochou k žebřům a trup lodi je hladký.

Plachty na stěžních bylo možno zdrhovat, natáčet, spouštět a vytahovat. Obsluha plachet ve spleti lanoví, kdy každý chybný hmat mohl ohrozit námořníky na stěžních nebo celou loď, byla velmi náročná.

Plachetní lodi se postupně měnily v mohutné dřevěné budovy s několika palubami nad sebou. Tato velkolepá díla zhotovovali až do 18. století pouze zruční tesaři a další řemeslníci bez jakýchkoliv vědeckých znalostí. Veškeré jejich umění bylo založeno na zkušenostech po generace předávaných. Loď se stavěla podle přání objednavatele nebo podle náčrtku. Stavitelé lodí pak sami volili materiál a řešili všechny konstrukční detaily. Obvykle se vycházelo z rozměru nejširšího žebra, a od něj se odvozovaly všechny další rozměry. Nežádaly se výpočty lodního výtlaku, ani nosnosti, ani průkazy stability. Vlastnosti lodí se poznaly teprve na moři. Byly i lodi, které se "nepovedly", což spočívalo například v tom, že neměly dostatečnou stabilitu. Tuto vadu si již odstraňovali lodníci, a to třeba zesílením dna a dolní části boků, snížením nástaveb a podobně. Teprve ve druhé polovině 18. stol. se začínají objevovat teoretické studie o stabilitě lodí, a to od Bernoulliho, Eulera a dalších, a lodní stavitelství dostává vědecký základ. O to se zasloužil zejména Švéd Chapman r. 1768. Roku 1811 byla v Anglii otevřena první škola pro stavbu lodí, kde je využívána matematika, mechanika, hydraulika a všechny rodící se obory, ke stavbě lodí nezbytné.

Je pozoruhodné, že největší přínos ve zdokonalení stavby lodí neměli Španělé a Portugalci, kteří měli zprvu nejvíce kolonií a takřka monopol na námořní obchod, nýbrž Holanďané. Ti, jak se zbavili španělské nadvlády, dosáhli ve stavbě lodí takových úspěchů, že postupně vypudili Portugalce z Japonska i z jejich dalších teritorií a zachránili svoji samostatnost. Holanďané se stali mistry ve stavbě lodí a zůstali jimi až do konce 18. století.

Lodi se stavěly v loděnicích, které byly na splavných řekách nebo na mořském pobřeží. Měly jeden nebo více skluzů, kde se loď stavěla a po dohotovení a odstranění podpor sjížděla vlastní vahou na hladinu. Loď se však nestavěla přímo na skluzu, nýbrž byla podložena trámovou konstrukcí aby dno lodi bylo přístupné jak pro připevnění obšívky, tak pro utěsnění a další práce. Místo stavby bylo překryto střechou, aby bylo chráněno před deštěm. Stavba začínala, jako v nejstarších dobách položením páteříku. Byl nejčastěji z dubového dřeva, někdy z červeného buku nebo jilmu. Nestačila-li délka jednoho kmene, byl složen z několika kusů, spojených dlouhým přeplátováním. Pod stěžněm však musel být vždy celistvý trám. K oběma koncům páteříku byly připevněny vazy, rovněž z dubového dřeva. Přední vaz tvořila křivka, složená z několika dílů křivě rostlých dřev. Na horním konci předního vazy byl připevněn krakorec, tj. trámec vystupující z vazy šikmo vzhůru vpřed. Vnitřní strana vazy byla spojena s palubou. Zadní vaz tvořil obyčejně rovný dubový trámec z jediného kusu. Z

Paroplavba

Od jisté doby přestala být symbolem plavby bílá plachetnice, a stal se jím do šálou černého kouře ozdobený parník. To se však nestalo najednou. Plachetnice, absolutně ekologické zařízení k plavbě, měla svou největší nevýhodu v tom, že naprosto nemohla dodržovat jakýkoliv jízdní řád. I když byly staletými zkušenostmi shromážděny nepředstavitelně hojné

informace o směrech větrů, vanoucích v různých dobách na různých místech, šlo víceméně vždy o údaje statistické, umožňující nepředstavitelně mnoho odchylek, anomálií a nepravidelností. Plachetnice musela při nevhodném větru někdy dlouhou dobu čekat před cílovým přístavem, než byla schopna do něj vplout. Proto se snahy po novém zdroji pohybu, ozývající se především z potřeby důlního podnikání a textilního průmyslu, objevovaly tu a tam i ze strany stavitelů lodí. Nebylo to ovšem často, protože míra konservatismu lidí, spojených s plachtami byla neobyčejná. Přesto se našli výstředníci, kteří dosažené úspěchy při stavbě parního stroje dokázali převést do této oblasti.

Již v roce 1781 se Francouz de Jouffrey plavil na Saoně na parním člunu, a jeho plavba trvala 15 minut. Je lodním protějškem dělostřeleckého důstojníka Cugnota, který zapřáhl o pár let dříve páru do svého vozu, majícího sloužit jako tahač děl. Dalším je Američan Z. Fitch, jehož parní loď "Experiment" vyvinula mezi Filadelfií a Trentonem rychlost asi 12 km/hod. v roce 1801 zkoušel ve Skotsku parní loď Skot Srymington.

První relativně provozuschopná parou hnaná loď je spojena se jménem Richarda Fultona. Ten zkoušel svou loď na Seině a nabídl své služby samotnému Napoleonovi, ten však pro tak nejisté aparáty neměl valné pochopení. S jistým zájmem se načas setkal v Anglii, i pro tu však po vítězství u Trafalgaru ztratila tato idea cenu. Proto odjel do Spojených států, kde postavil kolesový parník "North River of Clermont", který konal pravidelné jízdy po řece Hudson mezi New Yorkem a Albanou. V Glagově byly podle Fultonova projektu postavena loď "Comet", která též zajišťovala pravidelnou říční přepravu. Dle některých pramenů však nepatří prvenství v Americe Fultonovi, nýbrž Johnu Stevensovi. Ten měl již roku 1809 použít kolesový pohon na lodi "Phönix", která dle zpráv doplula z New Yorku do Filadelfie. Jeho parní stroje měly vahadlovou konstrukci a kola měla průměr až 12 m.

Kolesa, která bylo možno vidět na těchto lodích, mají svou dlouhou minulost. Myšlenka kolesového kola je jednoduchá jak Kolumbovo vejce - je to vodní kolo v opačné funkci. Myšlenka se mohla také zrodit tak, že je to vlastně několik vesel nasazených na otáčející se hřídel, a tak byla tato myšlenka realizována již ve starověké Číně. Odtud pravděpodobně pronikla znalost tohoto prvku do Středomoří, takže bylo toto kolo použito v punských válkách Římány k přepravě vojska na Sicílii. Kolesovým pohonem se zabýval i Leonardo da Vinci. Ze 16. Století pochází pokus kapitána Blasca de Garey, který sestrojil koleso uváděné do pohybu spojenými silami 40 mužů. Malou kolesovou ručně poháněnou loď si sestrojil pro cestu z Fuldy po Veseře do Anglie i Denis Papin, loď mu však rozbili veserští lodníci.

Právě na řekách bylo ovšem možno spatřit parníky nejdříve. V Rusku na Něvě pluly od r. 1815, ve francii po Seině od roku 1816, v Německu po Weseře od roku 1817. Na mořích, zatím pouze pro pobřežní plavbu, je možno je vidět od roku 1816. Sloužily zejména jako vlečné lodi v přístavech. I tak však již prokázaly nedocenitelnou službu plachetnicím. Úspěch mnohých typů plachetnic byl založen na těchto parních člunech - nemusely mít totiž plachtoví vybaveno pro složité manévry v přístavech, nýbrž pouze pro plavbu na širém moři. Spotřeba uhlí u takového parního člunu byla taková, že si žádnou delší plavbu nemohl dovolit.

První vlaštovkou nových možností byla loď, kterou by bylo možno na první pohled považovat za plachetnici. Byla to "Savannah", jejíž jméno bylo jménem přístavu ve státě Georgia v USA. Tato na první pohled fregata skrývala mezi stěžni komín. Parní stroj poháněl dvě velká kola, umístěná po obou bocích lodi. Loď mířila do Liverpoolu, kam také skutečně doplula za 29 dní. Na cestu byla vybavena 70 t. uhlí a další zásobou dřeva. Loď plula především pod plachtami, parní stroj byl v chodu pouze 90 hodin. Kouř, vycházející z komína prý vyvolal při blížení se lodi k irským břehům poplach, lidem na břehu se zdálo že loď hoří. Savannah byla spuštěna na vodu 22. srpna r. 1818, její délka byla 30,5 m, šířka 7,6 m a ponor plně naložené lodi 4,27 m. Kotel vyvíjel páru o tlaku 0,132 Mpa, parní stroj měl jeden válec o průměru 1,035 m a zdvihu 1,5 m. jeho výkon byl 66 kW. Lopatková kola měla průměr

4,9 m, lopatky měly 1,42 m nadél a 0,83 m našíř. Hřídél kolesových kol spočívala na horní palubě.

I když se parní pohon začal poměrně rychle rozšiřovat v obchodním loďstvu, válečné námořnictvo se k němu stavělo netečně. Parní stroj se nezdál být dost spolehlivý pro válečnou loď, a mimoto panovala obava z ohniště na dřevěné lodi, a to zvláště případně v podmínkách námořní bitvy. Lopatková kola byla právem spatřována jako nejzranitelnější článek celého ústrojí. Navíc by snižovala počet děl, která by bylo možno na lodi umístit. Účinnost lopatkových kol byla ke všemu velmi nízká, a v případě větších vln se dostávala z vody, což podstatně zhoršovalo ovladatelnost lodi. Nepříjemný byl i malý akční rádius těchto prvních parních lodí, ve srovnání s takřka neomezeným u plachetnic - ty byly omezeny pouze zásobou potravin a především pitné vody. Parní lodě byly tedy ve válečném námořnictvu nejprve zařazovány jako lodě pomocné a vlečné, a teprve později jako korvety a fregaty.

Zásadní inovací, která podstatně zvýšila plavební efektivitu parního pohonu, byl lodní šroub. Tento vynález bývá kromě Josefa Ressla spojován i s dalšími jmény, kolem roku 1850 bylo na světě vydáno celkem více než 30 patentů na různé konstrukce lodního šroubu. Lodní šroub odstraňoval takřka všechny nevýhody kolesového pohonu. Nebylo však snadné o tom všechny přesvědčit. Kolesové kolo budilo dojem mnohem větší solidnosti a jeho "záběr" byl každému mnohem jasnější, protože svými lopatami více připomínal veslo. Lodní šroub, jakási subtilní vrtule, tolik důvěry nebudil. Voda není přece šroubová matka, aby se v ní mohl šroub otáčením bezpečně a účinně pohybovat. Anglická admirálita moudře usoudila, že nad všechny dohady a spekulace je jasný a jednoduchý pokus. Dne 3. dubna 1845 byly na klidném moři spojeny v opačném směru dvě lodi, kolesový parník "Alecto" a šroubový "Rattler". Obě lodi byly srovnatelné konstrukce i shodného výtlaku, obě měly parní stroj o výkonu 147 kW. Za malou chvíli po odstartování tohoto "přetahování" bylo jasno. Šroubový "Rattler" táhl kolesovou loď bez námahy za sebou rychlostí 3 uzlů.

I tak však nebylo prosazení parního pohonu u válečných lodí nijak rychlé. Ani lodní šroub neodstranil poruchovost a velkou spotřebu uhlí, která stále ještě svazovala parníky s pobřežím. Až v roce 1850 byla postavena první parní řadová loď. Byla francouzská a jmenovala se "Napoleon", i tato loď však měla plnou plachetní výzbroj. Výtlak měla více než 5000 BRT. První anglická řadová parní loď se jmenovala "Agamemnon", i ta měla podobně jako "Napoleon" na palubách 90 děl. V Krymské válce bylo parou poháněných řadových lodí již několik. Po jejím skončení nebyla již ve francouzském ani anglickém válečném loďstvu ani jedna pouze plachetní řadová loď. V roce 1857 zahájilo i Rusko program výstavby baltického loďstva, ve kterém měly mít všechny lodi parní pohon. Plachetnice byly používány pouze k pomocným a cvičným účelům. Výcvik na plachetnicích byl pro posádky parních válečných lodí nadále nezbytný, protože ještě stále nesly plné oplachtění a na volném moři pluly pokud možno především pod plachtami, zatímco parní stroj sloužil jako záloha nebo v boji. Možná největší ranou, zasazenou plachetnicím bylo i to, že plachetnicím nebylo dovoleno proplouvat Suezským průplavem, dohotoveným roku 1869. Parníkům velmi napomohlo i to, že bylo zbudováno mnoho tzv. "uhelných stanic", ve kterých bylo možno během plavby topivo doplnit.

První lodi bez plachetní výstroje se objevily až za války Severu proti Jihu v USA a citelněji se jejich počet začal zvětšovat až po roce 1875. Mnoho starých konzervativních admirálů považovalo konec plachetnic za konec slavné kapitoly válečného námořnictva a plavby vůbec. Nešlo pouze o plachty. Nové, již ne dřevěné, nýbrž ocelové lodi zcela změnily koncepci, strategii i taktiku námořního boje. Pouze málo z toho, co znal zkušený kapitán válečné plachetní lodi bylo možno použít. To vedlo k výrazné generační obměně v některých loďstvech, kdy na již nefunkčních tradicích lpící důstojníci byli nahrazováni mladou generací, schopnou bez nostalgie se orientovat v nových poměrech. Prvním velkým konfliktem už moderního loďstva byla především válka rusko-japonská, která se odehrávala v letech 1904-5.

Vraťme se však po tomto přehledu k některým jednotlivým inovacím.

Ocelová konstrukce lodí

Ze dřeva, většinou dubového, byly všechny lodě stavěny do roku 1840. Závisela-li existence některých zemí na jejich loďstvu, závisela existence jejich loďstva na dřevu. Benátské stavitele lodí ovšem museli dovážet dřevo až z Istrie a Černomoří. Uvážíme-li, že pro některé konstrukční prvky byla vybírána dřeva potřebným způsobem "křivá", byl dostatek tohoto konstrukčního materiálu záležitostí prvořadě strategickou. Proto také Ressel sloužil jako lesník u námořnictva, což je spojení pro nás spojení poněkud nezvyklé. Vyžadovaly se od něj znalosti lesnické a zároveň lodnicko-technické. Pro stavbu jedné fregaty bylo třeba asi 1800 kubických metrů dřeva. Trvanlivost dřevěných lodí závisela nejen na kvalitě dřeva, ale i na jeho optimálním stáří a kvalitním vyschnutí před zpracováním. To ovšem vyžadovalo dlouholeté zásoby. Loď z nekvalitně vyschlého dřeva byla hnilobou zničena za 7 - 8 let. Naproti tomu anglická loď "Royal William" byla postavena roku 1700 a sloužila do roku 1813. Dřevo se nevyskytuje v libovolných délkách, většina částí lodí musí být zhotovována nastavováním, které se děje především překládáním. To ovšem při pevnosti odpovídající nanejvýš jednomu trámu především zvětšuje váhu konstrukce. Když se začaly rozměry lodí zvětšovat a kdy se začala zvětšovat poměrná délka vzhledem k šířce, začala se projevovat nedokonalost spojů a nedostatek podélné pevnosti. Deformace lodního trupu způsobovala netěsnosti, vzrůstal počet oprav. Po vsazení těžkého parního stroje do dřevěné lodí se situace ještě zhoršila. Proto, jakmile to dovolila produkce železa a technologie válcování plechů a profilů, začaly se lodě stavět ze železa.

Ani tato změna nebyla jednoduchá a snadná. Výrobci lodí nebyli zvyklí pracovat s jiným materiálem než se dřevem, železáři nevěděli nic o stavbě lodí. Proto nejprve pouze některé dřevěné části byly nahrazeny ocelovými, a spojování dřeva a oceli v konstrukci bylo opět velmi nedokonalé. Tak se vyráběla z oceli žebra a podélné výztuhy, zatímco dno a boky se dělaly nadále ze dřeva. Pouze v USA s nadbytkem dřeva se čistě dřevěné konstrukce stavěly v době, kdy se v Evropě již pracně hledala cesta k lodi celokovové. Ty se s pokrokem v metalurgii a začaly vyrábět ve stále větším množství. Výhoda železného trupu spočívala i v tom, že tato loď při stejných nebo lepších nautických vlastnostech byla lehčí a mohla proto nést větší užitečný náklad.

Prvními odvážnými staviteli ocelových parních lodí byli angličtí inženýři patterson, Brunel a Russel, kteří postavili největší lodě v první polovině 19. Století. Jsou to lodě "Great Western" (1833), "Great Britain" (1843) a "Great Eastern" (1857).

O tom, že ocelová parní loď, kterou by bylo možno považovat za vrchol techniky nemusí mít právě šťastný osud, mluví příběh lodě "Great Eastern". Tato loď byla zázrakem. Výkon jejího parního stroje nezní dnes sice oslnivě, avšak tehdy to bylo maximum - pro kola 1471 kW a pro lodní šroub 1193 kW. Její kola měla průměr 17 m, jeden čtyřlístý lodní šroub měl průměr 7,3 m. Na 6 stěžních bylo úplné plachtoví. Byla zamýšlena pro rychlé spojení Anglie s Indií kolem Afriky, cesta byla propočtena na 30 - 40 dní plavby. Krom 400 členů posádky měla pojmout 4000 pasažérů nebo 10.000 vojáků. Dějiny této lodě ukazují to, co je známo všem námořníkům - lodě mají své osudy, které se neodvratně naplňují, a jejich budoucnost je možno vyčíst ze znamení, kterými je jejich stavba provázena. Loď byla stavěna velkolepě, měla mimo jiné dvojité stěny s mezerou asi 90 cm, celá konstrukce trupu byla dokonale vyztužena a rozdělena na četné komory. Vnitřek lodě připomínal zámek, kde nechyběly varhany, koncertní síň, knihovna a salony. Kotel o váze 55 t měla loď 10. Roku 1855 musela být stavba přerušena pro nedostatek prostředků, a s velkými nesnázemi bylo ve stavbě po čase znovu pokračováno. Na vodu měla být loď spuštěna 3. listopadu 1857 a bylo pro ni připraveno jméno "Leviathan". Slavnostního spouštění na vodu se zúčastnilo obrovské

množství diváků i odborníků z celého světa. Čekali však marně. Loď na skluzu popojela a zastavila se. Po více než dvou týdnech byly pokusy dostat loď na vodu zopakovány, avšak opět marně. Teprve pátý pokus 30. ledna 1858 byl úspěšný. V očích pověřivých námořníků jsou jak přejmenování lodi, tak komplikace při spouštění špatným znamením. Neúspěšné spouštění bylo dokonce tak finančně nákladné, že se plavební společnost naprosto vyčerpala a nebyla schopna loď dohotovit. Když rozestavěnou loď nechtěl nikdo koupit, byla hluboko pod cenou prodána jiné plavební společnosti. Ta ji přejmenovala ne "Great Eastern" a dohotovila. Brzy na to explodoval na kotvící lodi ohřivač páry a byl zničen zrcadlový salon a o život přišlo 6 členů posádky. Když plula tato velkolod' pro 4000 cestujících poprvé do Ameriky, vezla 36 pasažérů. Teprve při čtvrté cestě vezla 400 cestujících, zato se hned poté dvakrát porouchala. Po nákladné opravě byla použita jako kabelová loď na kladení telegrafního kabelu mezi Evropou a Amerikou. Po opětovném neúspěšném pokusu učinit z ní osobní parník byla definitivně přestavěna na kabelovou loď, ale ani tuto funkci nekonal dlouho, pouze do roku 1875. Od té doby 10 let chátala v přístavu, až byla znovu na krátký čas oživena jako exponát výstavy v Liverpoolu. Roku 1888 byl jejímu trápení učiněn konec a byla prodána jako vrak do šrotu.

Tato smutná lodní epizoda zastavila na čas stavbu takto velkých lodí, a ta byla znovu obnovena, až byla zdokonalena výroba plávkového železa a z něj válcovaných profilů.

Svět osobních rychloparníků

Již koncem 19. století bylo patrné, jakým směrem se bude vyvíjet lodní doprava (nemluvíme nyní o lodích válečných). Všechny lodní typy bylo možno rozdělit na tři druhy

1. Lodi nákladní, případně tankové, kontejnerové atp.
2. Lodi pro smíšenou dopravu
3. Lodi osobní

Konstrukce nákladních lodí se velmi rychle ubírala cestou největšího zefektivnění jejich provozu, nalezení nejlepšího uspořádání nákladových prostor s ohledem na nosnost lodi, její stabilitu a pevnost a využití veškerého prostoru. Objevuje se charakteristická silueta nákladní lodi s palubními nástavbami na konci lodi a s rovnou palubou, na které může být též uloženo přepravované zboží.

Lodi pro smíšenou dopravu jsou v podstatě nákladní lodi, které část své kapacity využívají pro přepravu pasažérů. To je často výhodné pro takové lodi, které při pravidelných cestách nemají v obou směrech plné využití, takže v jednom směru jezdí pouze s malým nákladem nebo dokonce s vodním balastem. V současné době má tato doprava pouze místní a omezený význam, a je běžný nanejvýše mezi přímořskými oblastmi či ostrovy v Asii.

Osobní lodi byly před rozmachem letecké dopravy jediným dopravním prostředkem pro mezinárodní a zejména mezikontinentální dopravu. Ještě na školních atlasech z 50. let 20. století byly přístavy propojeny čárkovanými liniemi, znamenajícími pravidelné lodní linky. Nejslavnější doba tzv rychlolodí začala v šedesátých a sedmdesátých letech 19. stol. Jejich výkon a nosnost jsou využity pro rychlost a pohodlí cestujících. Hlavním provozovatelem těchto lodí byla lodní společnost Severoněmecký Lloyd. Byly stavěny v anglických loděnicích První z nich potřebovaly na cestu do Ameriky 16 dní, zpět 12 1/2 dne. Pozdější parníky zvládly tuto cestu za 9 až 8 dní. Poměr jejich délky k šířce byl asi 9 : 1. Na svou dobu měly veliký výkon, až 6000 HP. Konkurentem Severoněmeckého Lloyd byla anglická společnost White Star Line, která vlastnila parníky "Mauretania", "Louisitania", "Titanic", "Oceanic" a "Aquitania". Další známou společností byla "Cunard".

Reklamním sloganem těchto plovoucích luxusních hotelů byla naprostá bezpečnost plavby. Titánskost takové představy dokázal drasticky konec rychloparníku "Titanic". Jeho výtlak byl kolem 60 000 t. dlouhý byl 265 a široký 28 m. Dosahoval rychlosti 21 mil/hod., a

patřil společnosti White Star Line. Při 892 členech posádky vezl 1400 cestujících. Pro jistou nepotopitelnost bylo na palubě pro více než 2000 lidí pouze 20 záchranných člunů. Jak praví nejznámější verze katastrofy, kapitán lodi nedbal varování, že se v moři pohybují ledovce a nechal loď pokračovat i v noci v plavbě plnou parou. Předpokládal, že se mu ohlášeným pásmem ledovců, které mělo být 70 mil dlouhé a 12 mil široké podaří proplout. Náraz do ledovce nastal 20 minut před půlnocí avšak posádka byla přesvědčena o nepotopitelnosti lodi, rozdělené na vodotěsné komory natolik, že nevyhlásila okamžitě všeobecný poplach. Zkáza však pokračovala velmi rychle, v 23.50 vysílá "Titanic" nouzový signál, který je zachycen několika loďmi, z nichž nejbližší byla od "Titanicu" vzdálena asi 52 mil. Evakuace pasažérů, ke které bylo nakonec přikročeno nárazela nejprve na to, že pasažéři nechápali vážnost situace a nehodlali opustit loď. Když byla již zkáza zřejmá, byl parník již tak nakloněn na bok, že záchranné čluny na jedné straně nebylo možno použít. Když připlul na místo parník "Karthia", mohl již zachránit pouze 705 osob. Bylo 15 dubna 1912 2 hod. 20 min, kdy se za zádi "Titanicu" zavřela voda. Ledovec, se kterým se loď srazila, plul na obzoru a měl výšku desetipatrové budovy...

V nedávné době se podařilo vrak "Titanicu" na dně moře objevit a prozkoumat. Ukázalo se, že trhlina je mnohem menší, než se celou dobu mínilo. Díky tomu, že se podařilo získat i vzorek oceli, ze které byl plášť lodi vyroben se ukázala další věc. Tato ocel měla takové nepříznivé vlastnosti, dané přítomností fosforu a síry, že se při teplotě kolem bodu mrazu stala křehkou. Ocelové pláště současných lodí jsou z materiálu, podrobeného přísným metalografickým zkouškám, dnes by se proto dle úsudku odborníků i při podobném nárazu trup nárazem promáčkl, avšak neprolomil.

Další způsoby pohonu lodí

Pro úplnost je třeba dojít až do těch končin, ve kterých se pohon lodí pohybuje dnes. Již v době rozmachu parních strojů se objevil jejich velký konkurent a nahraditel v podobě spalovacího motoru. Byl to zejména německý inženýr Rudolf Diesel, který přinesl na svět vznětový motor, zvláště vhodný pro pohon lodí. Ironií osudu je to, že sám záhadně zemřel na cestě lodí z Anglie. První velkou motorovou loď byl ruský parník "Borodino" z r. 1911. V Rusku se motorové lodi velmi rychle rozšířily, ovšem zatím u lodí říčních. Na námořní lodi se tento motor dostal teprve tehdy, až se podařilo dosáhnout možnosti reverzního chodu. První námořní lodi byly vyrobeny pro Východoasijskou společnost a jmenovaly se "Selandia", "Finonia" a "Jutlandia".

Vedle spalovacího motoru však zůstává pára stále ve hře, dnes však již ženoucí parní turbíny. Uhlí je zde nahrazeno tekutými palivy či řízenou jadernou reakcí. To je však již přítomnost, kterou technik sám zná.

Vývoj válečných lodí

Válečná technika je dnes obvykle prvním aplikátorem a uživatelem nových technologií a technických inovací. Je nutno říci, že v případě válečného námořnictva a parního stroje působila spíše síla tradice, která vyvolávala nedůvěru k oněm mnohdy překotným novinkám, přineseným průmyslovou revolucí. Proto i válečné lodě, vybavené parním strojem, nesly až do 70. Let 19. Stol. plné nebo alespoň redukováné oplachtění. Zavádění inovací není ovšem zvláště v tomto oboru pouze záležitostí přání nebo představ. Podobně jako v pevnostním

stavitelství, i zde se hybatelem nezbytných změn ukázala být trhavá dělostřelecká munice. Jako ochrana proti ní byl francouzským generálem Paxihensem již r. 1841 navrhován železný pancíř. Pokusy se zdály být úspěšné, avšak železářny nebyly zatím schopny dodávat pancéřové pláty v potřebné kvalitě a potřebných rozměrech.

První pancéřem chráněná loď postavila Francie. Tato loď, "La Glorie", byla vyprojektována r. 1858. Byla postavena ze dřeva, avšak její trup byl chráněn pancířem o tloušťce 120 mm. Zkoušky byly sice úspěšné, avšak na druhé straně ukázaly slepou uličku. Loď s takovouto pancéřovou ochranou má smysl teprve tehdy, je-li vyzbrojena děly a municí, která dokáže tento pancíř prorazit. Tak začal dosud trvající závod mezi střelou a pancířem. Tento motiv je pěkně popsán v románu Julese Verna "Na Měsíc". Anglická odpověď na tuto výzvu přišla v podobě projektu konstruktéra Isaaca Wattse. Loď "Warrior" byla celokovová, pancíř však chránil pouze prostor ve středu lodi. Pancíř nebyl připevněn přímo na železný trup, nýbrž na podložku z teakového dřeva o tloušťce bezmála 0,5 m.

Souběžně s vývojem pancéřování postupuje, jak již bylo řečeno, vývoj děla. Do poloviny 19. Stol. se všeobecně používala děla s hladkým vývrtem hlavně. Jejich výkon byl k překonání pancíře nedostatečný. Hledání se ubíralo různými cestami. Jedna vedla k zvyšování ráže děl. Střela o zvýšené hmotnosti neměla, podle předpokladu, pancéřové pláty prorážet, nýbrž uvolňovat. Ojedinelé úspěchy zaznamenala tato koncepce za občanské války v USA. Děla s drážkovanou hlavní se jevila být další možností, která se však prosazovala velmi těžce. Například děla firmy Armstrong o ráži 26,6 cm s hladkou hlavní střílela litinové koule o hmotnosti 70 kg.

Ve vývoji dělostřelectva se o prolomení zakletí hladké hlavně zasloužilo Prusko. V Prusku šlo ovšem o děla polní a pobřežní, byla však zkoušena i proti námořním cílům. Kruppova děla ráže 15 cm dokázala prorážet anglické pancéřové pláty na vzdálenost 475 m. Při těchto pokusech šlo i o vyzkoušení nových konstrukcí hlavní, schopných snášet zvýšené tlaky a o konstrukci spolehlivého závěru, umožňujícího nabíjet dělo zezadu. Byl to vše jeden komplexní problém, protože jedno souviselo s druhým. Posléze se podařilo vyřešit závěr, ve Francii šroubový, u Kruppa klínový. Dalším problémem byla sama střela. Železné litinové koule byly jednoznačně nedostatečné, střely protáhlého tvaru nebylo v hladkých hlavních možno používat, protože se za letu převracely. Jediným východiskem se tedy ukázala válcová střela v rýhované hlavni, která jí udělí stabilizující rotaci. V této fázi tedy ještě stále vede pancíř nad střelou. Nové koncepce v oblasti zbraní a válečnictví nebývá obvykle nikdy dlouho ponechána bez možnosti praktického vyzkoušení na bojišti. Některé konflikty se dokonce vedou především z tohoto důvodu. Pro hledání nových možností ve stavitelství válečných lodí je to již občanská válka v USA, která ukázala na příkladu zvláštní konstrukce "Monitoru" cestu k naprosto odlišným pojetím stavby válečné lodi. Objevují se zde především dělové věže, perspektivní náhrada dělostřelectva na palubách řadových lodí. Lodi typu "monitor" byly díky své i poněkud přehnané slávě stavěny i v dalších zemích v hojném počtu. Tato loď je krom dělové věže charakteristická nízkou nad hladinu vyčnívající palubou -obvykle kolem 0,5 m nad čáru ponoru. Byla to pouze jedna cesta, která se ukázala být zanedlouho slepá jako mnoho ostatních. Koncem 19. Století je naplněno velmi horečným hledáním oné perspektivní podoby nejen jednotlivých válečných lodí, ale i skladby válečného loďstva, které nelze posuzovat bez ohledu na možnosti a vývoj pozemních válčišť. Horečné hledání vedlo k tomu, že mnohé zdánlivě převratné novinky byly uplatněny při stavbě pouze několika kusů lodí a už byly překonány jinou inovací či koncepcí.

Celkový trend však stále zřetelněji mluvil pro silně pancéřovanou parní loď s účinnou dělostřeleckou výzbrojí. Zvýšené účinnosti pancíře se dosahovalo jeho kombinací s teakovým dřevem. Střela zpomalená nárazem na železný pancíř v teakové vrstvě obvykle uvázla. Celková tloušťka těchto vrstev se pohybuje kolem 0,5 - 1 m. Na pancíře začíná být již používána kvalitní ocel, případně je v tzv. sdruženém pancíři, ve kterém je tvrdá ocelová

deska přivařena na spodní z měkčího houževnatého železa. Sdružený pancíř měl o 60 % lepší účinnost, takže bylo možno zbavit loď někdy až metr silných vrstev pancíře a dřeva. Zesilování pancíře vyvolalo zvýšení ráže těžkého dělostřelectva, navrhované a vyráběné kanóny byly někdy monstrózní, postupně se však ráže ustálila na 30 cm. Velkým úspěchem bylo nahrazení černého prachu bezdýmým prachem na bázi nitroglycerinu.

Nové pojetí taktiky boje vyvolalo nutnost takového umístění děl, aby bylo možno vést palbu vpřed ve směru podélné osy lodi. Tento požadavek splňovaly tzv. kasematové lodi, jejichž dalším pokračováním jsou lodi věžové. Vývoj válečného loďstva od konce 19. Století představuje látku, příslušející do jiné kapitoly.

A několik kontrolních otázek na závěr:

1. Těžké náklady byly zprvu dopravovány
 - a) na smycích a saních
 - b) na plošinách, nesených koňmi
 - c) na podvozcích s velkými dřevěnými koly

2. Nejdůkladněji a nejkrásněji postavená silnice v Babylonu sloužila pro
 - a) dopravu zboží z přístavu do královského paláce
 - b) závody koňských spřežení
 - c) náboženská procesí

3. Kolébkou železnice je
 - a) Anglie
 - b) Holandsko
 - c) Německo

4. Nejlepšími mořeplavci starověku byli
 - a) Římané
 - b) Fénicičané
 - c) Řekové