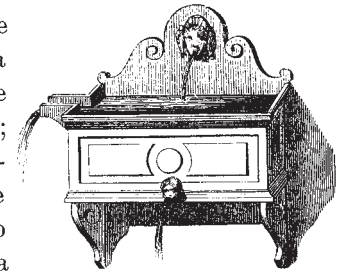


## U r a.

*Ure kod starih naroda. — Poviestnički razvoj modernih ura. — Ure sa utegom. — Ure sa perom. — Ure cilindrice. — Ure sidrice.*

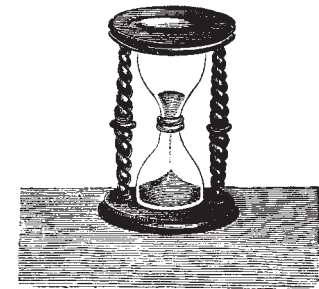
Kratak je čovječji život, svaki trenutak je dragocien, s toga moramo brižljivo nastojati da valjano upotrebimo svoje vrijeme i na sve da dospijemo u pravi čas. U tom našem nastojanju podupire nas malena sprava, koja pokazuje vrijeme i koju uróm nazivamo. Ura visi na svih zvonicih naših crkva, na zidovih naših soba, mi ju uvijek sa sobom nosimo, samo da uvijek znamo, koliko smo vremena već potrošili. U naše vrijeme, gdje se tako brzo živi i radi, je to nužno; u staro doba bilo je to drugačije. Najstarija ura bez dvojbe je sunčana ura, koja je osobito bila u porabi u onih sretnih zemljah, gdje dan na dan žarko sunce sije, naročito kod starih Egipćanah i Grkah. Oni postaviše visoke stupove te po pravcu, kojim je sjena pala i po njenoj dužini upoznaše dobu dana. Ove ure dakako nisu mogle čovjeku koristiti nego po danu i pod vedrim nebom, s toga već u prastaro doba izmišliše ljudi takodjer drugu vrst ure i to tako zvanu klepsydru, uru, kod koje se je vrijeme mjerilo vodom. Sličnu jednu takvu vodenu uru pokazuje nam slika 110. Iz posude, koja je imala oblik lievka, kapala je na donji otvor neprestano voda u drugu posudu. Na stieni gornje ili donje posude bile su urezane crte, tako da je površje vode za jedan sat došlo od jednoga poteza do drugoga. Zanimivo je, kako su stari Rimljani rabili ove ure kod sudbenih razprava. Izmjerali bi tri jednaka diela vode, jedan je bio za tuženika, drugi za tužitelja, a treći za sudca. Svaki od ovih smio je samo tako dugo govoriti, dok je njegov dio vode

iztekao. Na to je pazio posebni pazitelj, koji je to morao uvijek javiti. Dok su se čitali kakovi spisi ili saslušali svjedoci, začepio bi pazitelj donji otvor ure, tako da dotle voda nije mogla izticati. Tim su se služili grčki i rimski govornici i filozofi kod svojih razprava, da se zaprieči da nebi koji odveć govorio. Više puta je rabila takodjer ura, u kojoj nije bila voda već sitni piesak. Oblik te ure pokazuje nam naša slika (sl. 111.); bile su to dvie bočice spojene svojim otvori, od kojih jedna bijaše puna sitnoga pieska. Piesak izticao je iz gornje posude u donju, a da izteče, trebao je stanovito vrijeme, n. pr. jedan sat. Kada je gornja posuda prazna bila, trebalo je spravu okrenuti, pa dok se je onda na novo gornja posuda izpraznila, prošao je opet jedan sat. Mnogo savršenije bile su ure, kod kojih je voda tjerala kotače, na kojih bijahu kazala, koja označivahu sate. (Sl. 112.) Osobito liepe takove ure pravili su Arapi; tako je u devetom stoljeću kalif Harun-al-Rašid poslao Karlu Velikom u dar uru, kojoj se je svatko divio. Bila je od pozlaćena bronca, pa ne samo da je pokazivala kazalom satove, već ih je i udarala i to tako, da je stanoviti broj krugljica pao na kovnu posudu. Kada je sat izbio, otvoriše se dvanaestera vrata, a na njih se pokazala dvanaest vitezova.



Sl. 110. Vodena ura.

Dokle su se u srednjem vijeku kod Arapa u Africi i kod Maura u Španjolskoj liepe vodom tjerane ure pravile, zaboravili su u ostaloj Europi skoro sasvim taj obrt. U samostanih ravnahu se po zvjezdah na noćnom nebu, da znadu, kada će zvoniti k zornici; a zna se, da je u

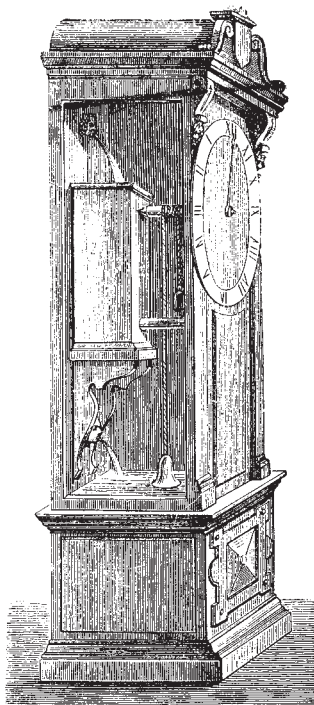


Sl. 111. Pješčana ura.

11

desetom stoljeću u nekih njemačkih samostanih služba bila uređjena po kukurikanju kokota.

Tko je prvi počeo rabiti za uru uteg, kako ju mi sada imamo i kada je to bilo, to neznamo. U dvanaestom stoljeću bilo je po samostanih već dosta takovih ura. U četrnaestom vieku pravili su već ure za zvonike u gradovih, ali su ove bile jako skupe, tako da ih mogoše samo bogati gradovi nabaviti. Od ovih ura je znamenita ona, što ju je god. 1370. napravio za grad Pariz njemački urar Hinko Wick. Njezin uteg imao je 250 kilograma, dočim je kod starijih ura imao preko 500 kilograma. Ura je pokazivala i udarala doduše samo sate, ali je bila jako dobra, jer je skoro 500 godina išla. Osim ovih ogromnih ura pravile su se u četrnaestom vieku i malene ure sa utegom za sobe, ali one bijahu veoma riedke. Francuzki kralj Filip liepi imao je takovu uru, a ta je bila valjda jedina u njegovoj državi. Neda se tajiti, da su ove ure liepo naredjene bile, ali ipak nisu točno pokazivale vrijeme, dok nepočeše ljudi rabiti nihalo, da uru učine točnijom.



Sl. 112. Ura, koju voda tjera.

Svatko pozna nihalo na uri. (Sl. 113.) Štap je to od kovi ili drva, a na njem visi okrugla ploča. Objesimo li nihalo, to će ono visiti osovno, pomaknemo li ga iz toga položaja, to će se ono zanihati; svaki takov nihaj traje jednako vrijeme. Ovo za ure toli važno svojstvo nihala pronadje glasoviti Galileo Galilei (sl. 114.). Pripovjeda se, da je on bivši još djakom god. 1582.

opazio ovo svojstvo, motreć u glavnoj crkvi u Pisi svietiljku, koja je visila na dugu lancu sa stropa crkve i koja se je nekim slučajem zanihala. Prošlo je 40 godina, dok Galilei dospije na tu misao, da bi se nihalo moglo upotrebiti kod ure. On te misli nije izveo, već to učini glasoviti holandezki učenjak Kristijan Huygens (sl. 115.), koji sastavi prvu uru s nihalom. Ovaj veleum sedamnaestoga vieka učinio također sam za urarstvo veoma važno otkriće, da se može nihalo i uteg kod ure nadomjestiti pruživim perom, koje valja stegnuti, tako da će ovo odmatajuć se usljed svoje pruživosti kretati kolesi ure. On pošalje god. 1657. holandezkim stališem opis ure, kojom se može sasna točno mjeriti vrijeme. U opisanoj uri bila su



Sl. 113. Nihalo.



Sl. 114. Galileo Galilei.

sjedinjena oba spomenuta izuma, koja služe temeljem modernom urarstvu. Otkada se spiralna pera rabe za ure, počese \*

ljudi praviti malene ure, koje se mogu u žepu nositi. Kažu, da je prvu takovu žepnu uru napravio god. 1500. Petar Hell, urar u Nürnbergu. Prve žepne ure imale su samo jedno i to satno kazalo, bile su jako netočne, a uza sve te mane bile su tako skupe, da ih je onda samo bogataš mogao kupiti, pa i on ju je nosio više za gizdu nego za korist. Točnosti nije ni zahtjevao od nje, već je bio zadovoljan, ako je samo išla. Prve žepne ure

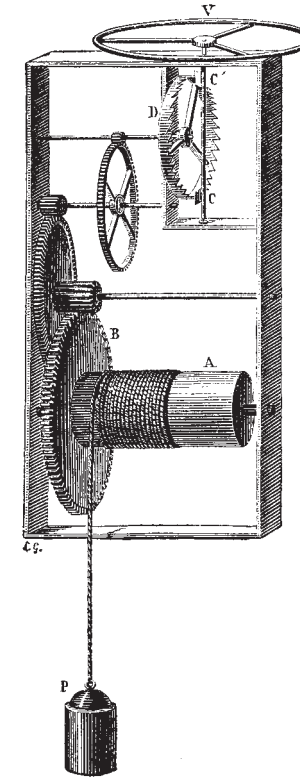


Sl. 115. Kristijan Huygens.

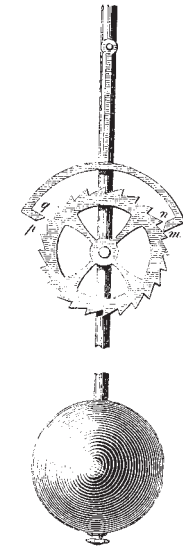
imale su razan oblik; tako oblik jajeta, kruške, jabuke. Osobito cijenjene su bile ure, koje su imale oblik patke. Gospoda one dobe nosila su uru u glavici štapa ili u prstenu; bilo je dapače ura umetnutih u kakov leđac ili dragulj, tako da je bilo izvana viditi cijeli ustroj ure. U obće se opaža u urah one dobe težnja, da budu čim ljepše izvana, pošto nisu iznutra mnogo valjale. Ovoj težnji se nećemo čuditi, kada promislimo, da je to bilo u XVI. vijeku, u vijeku renaissance, kada je umjet-

nost toli cvala. Za urarstvo bijaše doba cvatnje XVIII. vjek, u kojem počese praviti takodjer chronometre za ladje, koji se odlikuju svojom točnošću.

Mi ćemo sada razmotriti kako je ura sastavljena, i to ćemo najprije pogledati uru sa utegom a onda uru sa pruživim perom.



Sl. 116. Ura sa utegom.

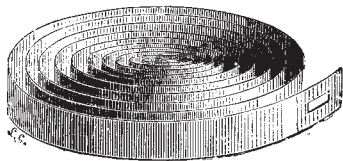


Sl. 117. Nihalo kao regulator.

1. Ura sa utegom. Naša slika (sl. 116.) nam pokazuje takovu uru. Oko valjka *A* omotano je uže ili lanac na kojem visi uteg *P*. Ovaj će svojom težinom odmatati uže od valjka i time valjak kretati. Ovo kretanje prenaša se na kazala ure pomoću zubatog kola *B*. Da ovako uru ostavimo, kretala bi



se njezina kazala sve brže i brže, dok nebi uteg odmotao cijelo uže od valjka. Ovim kretanjem nebi mogli mjeriti vrijeme, pošto okretanje nije pravilno, već biva, kako već spomenusmo, sve brže i brže. Treba ga dakle nečim obustavljati, tako da bude kretanje pravilno. U to ime služi vretence *V*. Kako to? Vidimo na tom vretencu dvie male pločice *c* i *c'*. Dok se kreće kolo *D*, zapinje ono zubci neprestano u te pločice; čim jednu odrine te tako za jedan zubac dalje dodje, okrene se vretence i evo zapne o drugu pločicu, tim se opet malo zaustavi, dok neodrine i ovu pločicu; sada opet može za jedan zubac dalje proći, i to se neprestano opetuje. Vretence neprestano maše amo tamo i tim uvijek zaustavlja kolo, tako da se ono nemože brže kretati, nego mora ići pravilnim tokom. Pošto su s ovim kolom *D* u savezu i ona kola na kojih su kazala, to se i ona ne-



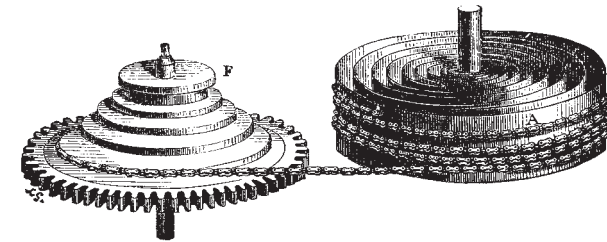
Sl. 118. Ocjelno pero.

možu nego pravilno kretati. Da ura kaže minute i sate, moraju ova kolesa tako biti uređjena, da se jedno okrene jedan put za jedan sat a drugo jedan put za 12 sati; na prvom je kazalo za minute a na drugom kazalo za sate.

Pošto spomenuto vretence ravna urin hod, to se ono naziva regulatorom, a one dvie pločice zovu se zaustavom — échappement. Regulator sa vretencem naći ćemo samo kod najstarijih uteznih urah. Od Huygensa počam rabi se u tu svrhu uvijek nihalo, jer je to sбилja najjednostavniji i najbolji regulator, koji si možemo pomisliti. Treba samo spojiti sa nihalom (sl. 117.) posebnu viljušku *qn*, koja će služiti kao zaustava, dočim će kod svakoga nihaja zapeti o zubac kotača *mp*, pa ga kod drugoga nihaja izpustiti, tako da će se kotač za jedan zubac dalje pomaknuti. To biva kod svakoga nihaja, svaki put pusti kotač samo za jedan zubac dalje. Pošto za svaki nihaj treba točno isto vrijeme, to će se kotači ure sasma pravilno gibati. Uzmimo da nihalo učini u svakoj sekundi jedan nihaj, to će

u svakoj drugoj sekundi jedan zubac kola dalje ići, a imaju li kola 60 zubaca, to će se u 60 sekunda ili jednoj minuti jedan put okrenuti. Ovo kolo spojeno je pomoću manjih kotačića s drugim, koje se samo jedan put okrene, dok se ovo 60 puta okrene, ovo je opet spojeno s trećim, koje se okrene jedan put, dok se ovo 60 puta okrene. Na prvom od pomenutih kola je kazalo za sekunde, na drugom za minute, a na trećem za ure.

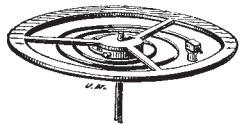
2. Ura sa perom. Pero u uri (sl. 118.) je od ocjeli, te je omotano u spiralu. Pomislimo si nutarnji kraj spirale spojen s malim valjkom, koji se može kretati oko svoje osi, a vanjski kraj neka je negdje na uri pričvršćen, tako da nemože s mjesta. Okrećemo li pomenuti valjak pomoću ključa oko njegove osi, to će se pero sve više stisnuti, i mi kažemo, da



Sl. 119 Vitlo i pero u kutiji.

smo uru navili. Što će se dogoditi perom, ako sada izpustimo valjak? Ono će se uslied svoje pruživosti opet širiti, pa će naravno uz to onaj valjak kretati. Jeli na valjku kolo, to će se i ono kretati, kao i sva kola, koja su spojena s ovim pomoću zubaca. Evo sada znamo, kako pero može kretati kazala na uri, slično kao i uteg. Ipak je razlika izmedju djelovanja utega i djelovanja pera; dočim uteg uvijek djeluje istom silom, biva pero, čim se više odmota, sve slabije. Mnogo to smeta točnomu hodu ure, pa je zato trebalo nastojati, da se stvar tako uredi, kako bi pero uvijek jednako djelovalo, akoprem biva sve slabije. To se je postiglo na slijedeći način: Pero se zatvori u okruglju kutiju *A*, na kojoj je omotan sitni ocijelni lanac, od kog je jedan kraj pričvršćen na

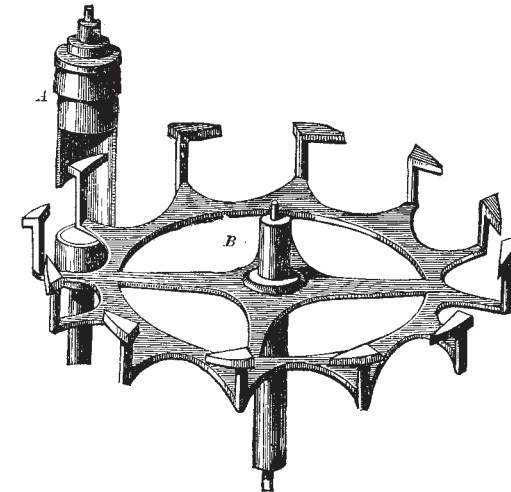
tako zvano vitlo *F*. (Sl. 119.) Kad pero navijemo, to okrećemo ovo vitlo, tako da se na njem omota lanac sa kutije, a tim se i kutija okreće. Nutrjni kraj pera pričvršćen je na uri, a vanjski na stieni kutije, s toga se kretanjem kutije mora i pero naviti. Što će se dogoditi, ako sada pustimo pero? Vanjski njegov kraj spojen je s kutijom, dakle će on nju kretati, tim ona odmotava opet natrag lanac sa vitla, a tim se i samo vitlo kreće. Iz početka pero silno vuče, ono bi jako brzo okretalo vitlo, ali nemože, pošto ga isto hvata na obodu njegova najgornjega, dakle najmanjega kruga. Čim se lanac više odvija, tim je doduše pero sve slabije, ali mu je laglje okretati vitlo, pošto ga hvata na obodu većih krugova. Upravo je to tako, kao što čovjek laglje okreće kolo na zdencu, ako ga uhvati na obodu, nego ako ga primi gdje god bliže prama sredini.



Sl. 120. Treptalo sa zavojnicom.

Ovako je na veoma uman način postignuta žudjena svrha. Još ćemo samo spomenuti, da je na donjem kraju vitla zubato kolo, koje njegovo kretanje prenaša na druga kolesa, i tako na kazala ure. Naravno je, da i ovakova ura na pero mora imati regulator. Ako je to sobna ura, to se uzimlje u tu svrhu nihalo. Kod žepne ure se toga nemože učiniti, već se je moralo misliti na nekakov drugačiji regulator. Ovaj je već izumio Huygens god. 1674. Pogledamo u našu žepnu uru, to vidimo u njoj jedan kotač i sasma fino ocjelno pero u obliku zavojnice, koje se neprestano amo tamo kreće; ovo je taj regulator, koji se zove treptalo sa zavojnicom. (Sl. 120.) Treptalo je kotačić, koji se može kretati oko osovne osi. Nutarnji kraj zavojnice je spojen s tom osju, dočim je vanjski kraj u uri pričvršćen. Pomaknemo li treptalo, to se ova spirala malo stegne, ali pošto je pruživa, to želi opet zadobiti svoj prvanji položaj, s toga će treptalo natrag potegnuti. Pošto se je ono već počelo natrag gibati, neće se odmah zaustaviti, čim spirala stigne svoj prvobitni položaj, već će se dalje gibati i raztezati spiralu. Ova se tomu opire, dok joj nepodje za rukom, da trep-

talo zaustavi i natrag povuče, pa to se neprestano opetuje. Treptalo se dakle giblje amo tamo oko svojega mirnoga položaja kao i nihalo. Ono ravna takodjer hod ure kao i nihalo, pošto je u spirale isto znamenito svojstvo, kao i kod nihala, da treba za svako gibanje isto vrieme. Sada treba još stvar urediti tako, da opisani regulator svojim gibanjem amo tamo čas zaustavi, čas pusti kolesje ure. Kod ure sa vretencem su to učinile one dvie pločice, a kod ure sa nihalom ono sidro, koje

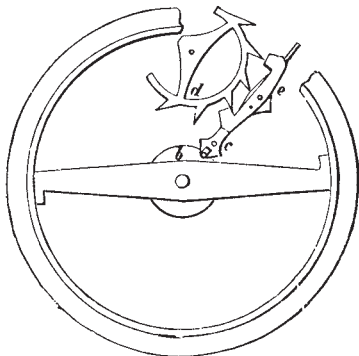


Sl. 121. Zaustava kod ure cilindrice

je s nihalom u savezu. Kod žepnih ura se to postigava na dva razna načina, i po tom razlikujemo ure cilindrice i sidrice.

Da pogledamo najprije kako su cilindrice uređjene. (Sl. 121.) Na osi treptala je šuplji valjak *A* (cilindar, po tom i ime cilindrica), koji je djelomice izrezan, kako to vidimo na slici 121. Usljed gibanja treptala, kreće se taj valjak neprestano simo tamo. U nj zahvaća zubato kolo *B*, koje je s ostalimi kolesi ure u savezu. Valjak čas pusti kroz onaj izrezani otvor zubac toga kola, čas zaustavi, i tako ravna kretanje toga kola dakle i hod ciele ure.

Ure cilindrice su mnogo točnije nego ure sa vretencem, a još točnije su ure sidrice. (Sl. 122.) Ure te su evo ovako uređjene. Na osi treptala je pločica *b*, s kojom se treptalo amo tamo giblje. Na ploči je mali čavlič *c*, koji sidru naličnu viljušku *e* gura sad na jednu, onda opet na protivnu stranu. Tim se i viljuška amo tamo kreće te slično kao kod ure sa nihalom čas zaustavi časпусти zubac kola *d* na uri i tim je regulacija postignuta. Pitat će mnogi, kako je to, da se ti regulatori neprestano amo tamo giblju, kada ih nitko netjera, pa nam je to još pozornomu čitatelju razložiti. Prividno je samo, da regulatore nitko netjera, jer tjera ih upravo ono kolo, koje oni zaustavljaju. Njegovi zubci

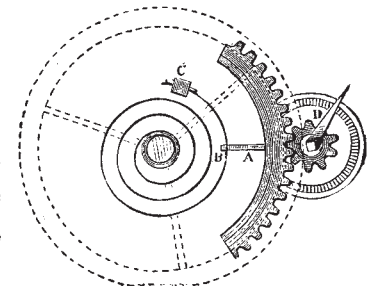


Sl. 122. Zaustava kod ure sidrice.

su tako uređjeni da daju svaki put, kada ih regulator izпусти, regulatoru opet mali udarac, a ovi udarci giblju regulator. To možemo najlaglje viditi kod ure s nihalom; zaustavimo li nihalo, tako da osovno visi, to će ura stati, hoćemo li da ura ide to treba nihalo samo jedanput malo udariti, dalje već netreba, pošto ona viljuška, koja je s nihalom spojena svaki put kada izпусти jedan zub kola dobije tim zubom mali udarac. Rečeno kolo pako se neprestano kreće, jer ga tjera kako znamo uteg ili pero.

Sve ure neidu jednako, jedna ide nješto brže, druga zaostaje, dapače znamo, da ista ura jedno vrijeme odveć brzo ide, onda opet prepolagano. Tomu je poglaviti uzrok toplina, koja razteže kovinske dielove ure. Zato valja naravnati uru, koja dobro neide. Imamo li uru s nihalom, koja odveć polagano ide, to treba samo okruglu ploču na nihalu nešto gore pomaknuti, tim postaje nihalo kraće, te se brže niše, pa će i ura brže ići. Ide li obratno ura prebrzo, to valja ovu ploču spustiti, dakle nihalo produžiti, jer se duže nihalo polaganije

niše. Slično se čini i kod žepnih urah. Kod njih treba spiralu, treptala skratiti, ako hoćemo, da ura brže ide; ako hoćemo, da nam polaganije ide, to ju moramo produžiti. Da to možemo učiniti nalazi se u žepnoj uri posebna sprava, koju nam slika 123. pokazuje i koju možemo lahko na svakoj uri viditi. Mali kotačić *D* možemo pomaknuti posebnim kazalom, a tim se pomakne i komad zubatoga kola, koje na slici vidimo i prutić *A* na tom kolu. Ovaj prutić ima zarez, kojim prolazi spirala; čim ovaj prutić dalje pomaknemo od točke *C*, u kojoj je spirala na uri pričvršćena, tim veći je komad spirale, koji se ne može gibati, tim je dakle kraći gibivi komad spirale. To je svejedno, kao da smo kod *B* komad spirale *BC* odrezali. Pomaknemo li kazalo na drugu stranu, to će se dogoditi upravo protivno, gibivi komad spirale će se produžiti. Da znamo, na koju stranu imamo kazalo pomaknuti, to je sa jedne strane toga kazala slovo *A*, što znači *Avance* ili naprvo, a s druge strane *B*, što znači *Retard* ili natrag.

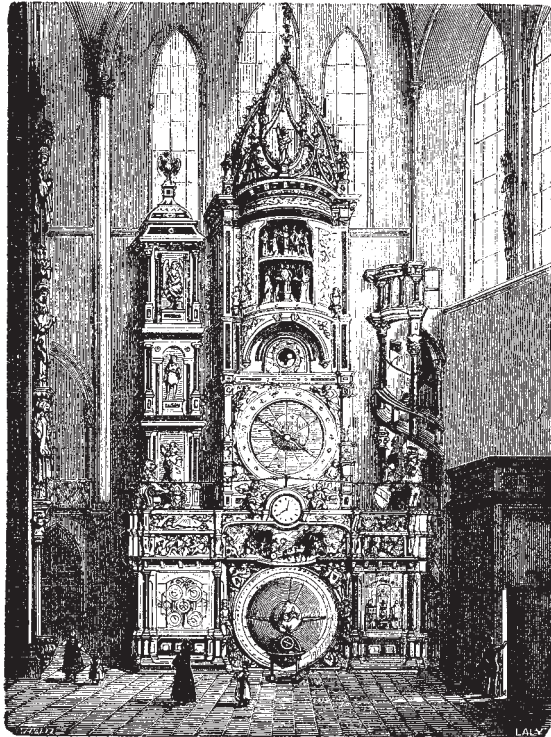


Sl. 123. Sprava za reguliranje hoda ure.

Pošto smo ovako opisali dielove u uri, neka nam bude dozvoljeno još jedan put u kratko cijeli njezin ustroj kazati. Kod ure razlikujemo tri diela: prvo je uteg ili pero, koje tjera uru, drugo je cijeli niz zubatih kotačića, od kojih jedan zahvaća zubci u drugi, tako da su svi u savezu, te ako se jedan kreće, moraju se i svi ostali kretati, i to svaki drugom brzinom. Ove razne brzine se lahko postignu, ako se na kotačih napravi različit broj zubaca. Na osih ovih kolesa stoje kazala od ure, tako da se s njimi zajedno kreću.

Treća glavna čest na uri je regulator. On je napravljen kao nihalo ili pako kao treptalo sa spiralom. S regulatorom je spojena tako zvana zaustava, koja zaustavlja kretanje kolesa ure. Najstarija vrst zaustave je vretence. Kod ura sa ni-

halom služi u tu svrhu već spomenuta viljuška. Kod žepnih ura je zaustava sa valjkom ili sa sidarcem. Napokon moramo još spomenuti, da najfinije i najtočnije ure naime chronometri imaju posebnu zaustavu, koja se razlikuje od zaustava kod navedenih ura.



Sl. 124. Ura u strassburžkoj katedrali.

Sobne ure su obično tako uređene, da zvone sate. Kod takovih ura vidimo dva utega, jerbo imaju za zvonjenje poseban sustav kolesa, koje tjera poseban uteg. Ova kolesa giblju batić, koji onda udara po zvoncu, koji je na uri. Ima ura jako kompliciranih, koje nepokazuju samo sate, već i dane, mjesece

i godine, dapače ima ura, koje označuju sasama točno kretanje velikih planeta, mjeseca, zatim pomrčine sunca i mjeseca itd. Remek djelo ovakove vrsti je ura stolne crkve u Strassburgu, a napravio ju je god. 1842. glasoviti urar Schwilgué. (Sl. 124.) U francuzko-njemačkom ratu god. 1870.-71. bi ta ura znatno oštećena prigodom bombardiranja grada Strassburga i nije se jošte našao umjetnik, koji bi ju popravio.

Jedan od prvih urara bio je Brégnét, rođen u Švicarskoj god. 1747. Ovomu naloži Napoleon I., da mu napravi žepnu uru, koja ide, a da se nemora navijati. Brégnét rieši ovu tešku zadaću. Njegova ura već ide od god. 1804. i ići će valjda tako dugo, dok joj se kotačići neiztroše. Ova ura ima posebni ustroj, tako da kada ju u žepu nosimo i hodamo, ona uslied trzaja, koje tim dobiva, sama svoje pero navije.

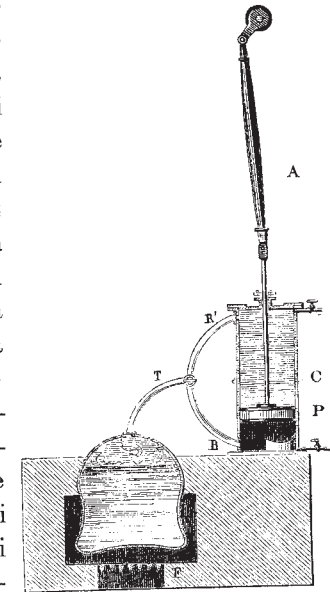


## P a r o s t r o j .

*Pogled u tvornicu. — Vodena para i njezina sila. — Newcomenov parostroj. — Watt i njegov parostroj. — Parostroj sa kondensatorom ili parostroj sa niskim tlakom. — Parostroj bez kondensatora ili parostroj sa visokim tlakom. — Woolf. — Parostroj sa ekspanzijom. — Dodatak: Strojevi tjerani ugrijanim zrakom i strojevi tjerani praskavim plinom.*

Silna je to buka u velikoj tvornici. Kotači se vrte i zuje, pile zveče, silni batovi udaraju užasnom tutnjavom po željeznih nakovalih. Ništa nemiruje, sve leti i zuji; čovjek bi pomislio oglušiti ćeš u toj groznoj halabuki. Pa ipak stotine i stotine radnih ljudi uz taj žamor obavlja tako mirno svoj posao, da te i nehotice nešto privlači, da zaviriš u tajinstveni taj život, koji je do danas postao po čovjeka od tolike važnosti. Na prvi mah vidiš, da nisu tu čovječje ruke, da kreću te silne sprave, strojeve i kotače, nego da su te ruke većinom samo zato tude, da primaju već gotov, obavljen posao. Pa gdje je ta sila, koja tolikom snagom kreće te sve kotače? Podjite u drugu sobu, pa ćete viditi stroj, koji ni iz daleka nije tako velik, kao što su svi kotači i kolesa, što ih on u drugoj sobi kreće. Liepo je taj stroj izgledjen, uljem namazan, lahko se na njem giblje željezna motka gore dole, te kreće prilično veliko kolo. Prvi čas pričiniti će nam se nevjerovatno, da zbilja taj maleni stroj sve to giblje, ali naskoro nestati će nam svaka dvojba, jer vidimo, da je sve u tvornici spojeno s tim strojem. Silno re-menje ide od njegova kola do drugih kotača, te ih kreće. Jedni kotači imaju na obodu zubce, u koje zahvaćaju zubce drugih kotača, tako da se i ovi kreću. Pa kada sve to promotrimo, izčeznuti će svaka sumnja i mi ćemo biti uvjereni, da upravo ona motka, koja se na stroju tako lahko, tako mirno giblje

gore dole, da ona sve to kreće i giblje. Uz stroj stoji mašinista, pa da nevidi na nami, da smo baš jako začudjeni, reći ćemo mu nešto iz pristojnosti. Mora da je vrlo jak taj vaš stroj? — Nije, gospodine, reći će on, radi samo sa petdeset konjskih sila. — Kako to, kakve su to konjske sile? — E, vrlo jednostavno, stroj nam upravo toliko radi, koliko bi uradilo u isto vrijeme petdeset konja. — Kanimo se daljnjih pitanja. Znamo, da u malom onom stroju nije zatvoreno petdeset konja, koji bi posao obavljali. Mi vidimo, da iz stroja suklja vodena para, pa ćemo se i sami domisliti, da u pari leže sve te konjske sile, kojimi se svi kotači okreću i giblju. Paru, koja dolazi iz kotla, puna vode a ugrijana vatrom *F*, kroz cievu *TR* i *TR'*, zatvoriše u šupalj valjak *C* (sl. 125.), pa ona pred sobom užasnom silom tjera čep *P*. Na tom čepu je željezna motka *A*, pa kada se čep pomiče, onda se i motka giblje. Da, vodena para je taj orijaš, koji giblje naše strojeve, te tjera željeznice i parobrode, razbija i mrvli silnimi batovi rude, kuje kovine, kreće kolesa parnih mlinova i pravi stotinu drugih težkih poslova. Kako to čini vodena para, viditi ćemo odmah. Pristavimo li k vatri posudu punu vode, to će se voda početi ugrijati. Na skoro ćemo viditi, kako se prave na dnu posude mjehurići, pa se dižu gore i razplinu u zraku. Ovi mjehurići nisu ništa drugo nego vodena para. Čim dulje posudu grijemo, tim će postati voda toplija i tim će se više mjehurića praviti i dizati. Napokon će se oni stati tako silno i naglo razvijati i dizati, da će se uzburkati sva voda, a mi velimo, da voda vrije ili kipi. Kipuća voda



Sl. 125. Glavno načelo parostroja.

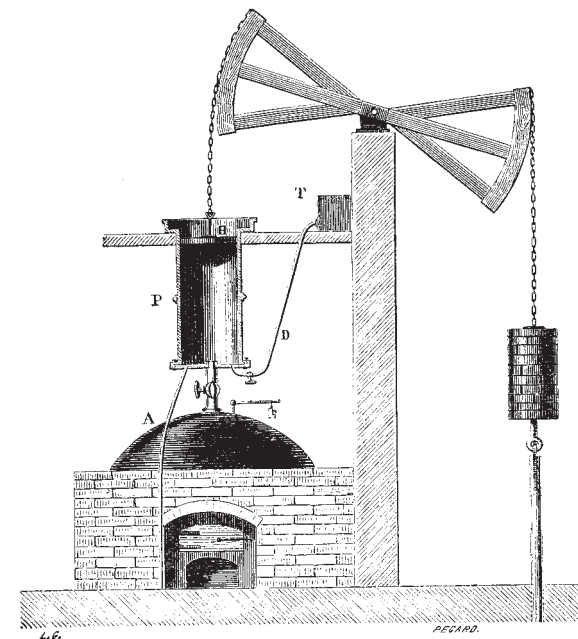


ima temperatura od 100 stupnjeva Celsiusa. Jače vodu ugrijati nemožemo, jer čim ju više grijemo, to će se ona samo brže izparivati, ali neće toplija postajati. Kada je posuda otvorena, to se para izgubi u zraku, a vode u posudi sve manje biva. Jako bi opasno bilo u dobro zatvorenoj posudi grijati vodu, jer ako i voda ima prostora u toj posudi, to ga para, koja se grijanjem razvija, neima. Para treba 1700 puta toliko prostora kao voda, iz koje se je razvila. Ako dakle u zatvorenoj posudi grijemo vodu, to će se sve više pare razvijati, a pošto para neima prostora u posudi, to će ona sve jače pritiskati na stiene posude, te će se napokon osloboditi svoga zatvora i razbiti silnim praskom posudu, ma bile njene stiene kako mu drago debele.

Kazali smo, da vodena para izpunjuje 1700 puta toliki prostor kao voda, iz koje je nastala. Ako jedan kubički centimetar vode sasvim pretvorimo u paru, to bi trebali za nju posudu od 1700 kubičnih centimetara. Toliko prostora treba para samo dok ima 100 stup. C. topline. Ako paru ohladimo, to će se ona sgustiti i pretvoriti opet u vodu. U cijeloj našoj velikoj posudi neće ostati ništa drugo nego 1 kub. centimetar vode, jer zrak nemože u nju doći, pošto je dobro zatvorena. Dok je para topla bila, bijaše posuda sva napunjena vodenom parom. Kao što svakamo, tako pritište zrak i na tu posudu. U njoj neima zraka, koj bi taj pritisak odvrtao, s toga se može dogoditi, ako posuda neima debelih stiena, da ju ovaj jednostrani pritisak zraka razbije.

Vidimo, da se s parom nije dobro šaliti. Ako grijemo vodu u zatvorenoj posudi, onda ona sili na polje, a ako opet zatvorenu paru ohladjujemo, onda pritišće zrak na posudu, pa se može u jednom i u drugom slučaju posuda razbiti. Kada ljudi upoznaše ovu silu pare, pomisliše na to, kako bi ju upotrebili, da obavlja poslove, kojim nedotiče ljudska snaga, pa u tu svrhu sastaviše oni parostroje. Prvi parostroj napravi Denis P a p i n i poslije god. 1705. Thomas N e w c o m e n. Na našoj slici (sl. 126.) vidimo Newcomenov parostroj, kojim su u englezkih rudokopnicah di-

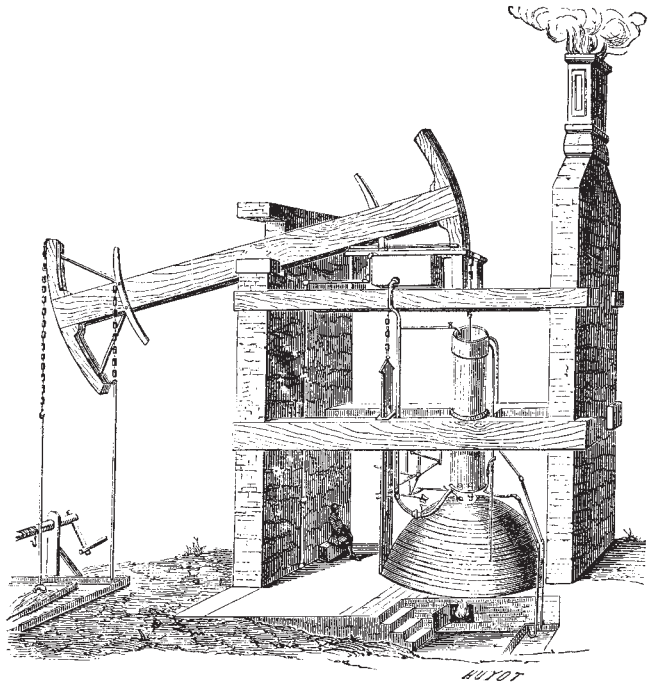
zali vodu iz dubljine. Glavni dio te sprave je valjak *P*, u kojem je čep *H*. Čep zatvara sasvim valjak, ali se ipak može u njem gore dole gibati. Pod valjkom je parni kotao *A*, u kojem se voda grije. Pare, koje se tom prigodom razviju, dodju u valjak te tjeraju pred sobom čep, dokle ga nedignu do gornjega kraja valjka. Čep sada nemože opet dole, jer su pod njim pare, koje ga gore pritištu. Hoćemo li da čep opet dole ide, to treba pare



Sl. 126. Newcomenov parostroj.

ohladiti, tako da se one sgustnu u vodu, tim će nastati pod čepom prazan prostor. Sada će zrak, koji izvana na čep pritište, pritisnut ga dole. Newcomen je zbilja svoj parostroj ovako načinio. U posudi *T* bila je hladna voda, koja se je kroz ciev *D* puštala u valjak. Radi toga je uz parostroj uvijek morao biti čovjek, koji ga je dvorio. Čim je čep dospio do gornjega kraja valjka, morao je on najprije zato priredjenim pipcem zatvoriti ciev, koja

spaja parni kotao i valjak; onda je otvorio drugi pipac, tako da je hladna voda mogla dospjeti kroz ciev *D* u valjak, zatim je otvorio treću ciev, da ta voda može zajedno s onom, koja je ohladjenjem pare nastala, izteći. Dotle je čep pao do donjega kraja valjka; sada je trebalo zatvoriti pipač i ciev, te otvoriti ciev, koja pušta paru iz kotla u valjak.



Sl. 127. Newcomenov parostroj, rabljen u Londonu, za dizanje vode iz Temse, u osamnaestom stoljeću.

Lahko je pomisliti, kako je dosadno bilo neprestano otvarati i zatvarati ove cievi, a ipak trebalo je kod ovoga posla velike točnosti, da parostroj dobro radi. Pri nekome stroju u Cornwallisu bio je za taj posao neki dječko Humphrey Potter. Kako je bio živahan, dosadi mu ovaj jednolični posao, te on nekako sveže pipce s polugom stroja na taj način, da si je stroj sam kretao pipce, te tim otvarao i zatvarao cievi.

Tim je taj pametni dječko jako usavršio Newcomenovu spravu, tako da ju od ovoga časa istom pravim strojem nazvati možemo. Čep se tako neprestano giblje u valjku gore dole, a ovo se gibanje onda upotrebi za posao. Na čepu je motka, koja giblje polugu, a poluga opet prut, na kojem je sprava, koja siše vodu iz dubine rudokopja.

Kako je svaki početak težak, vidi se i kod ovog prvog parostroja. Bio je on vrlo neprikladan, tako da se nije mogao za drugo rabiti nego za isanje vode iz rudokopa, ali već to bijaše velika korist. Na sreću nadje se čovjek, koji je Newcomenov stroj iz temelja preuredio, te ga tako usavršio, da je postao prikladan za svaki drugi posao. Ovaj za cijelo čovječanstvo toli zaslužni muž bijaše James Watt. (Sl. 128.) Rodio se on god. 1736. u škotskom gradiću Greesocku. Bio je to sin siromašnih roditelja. U djetinjoj dobi bijaše slabašan, tako da ga roditelji nehtjedoše mučiti učenjem ili kakovim poslom, već ga pustiše, da radi što ga je volja. Najmilija mu zabava bijaše razstavljati svoje igračke. To doduše svako diete i sada još najvoli, ali mali Watt nije bio kao druga djeca, on je doduše igračku razstavio, ali ju je i opet sastavio, dapače se je skoro u tom tako uvježbao, da si je sam nove igračke izmišljao i sastavljao. Teta njegova uvijek ga je opominjala, neka se jednom okani tih sitnarija, pa neka nešto pametnijega radi. Tako mu je jednom kazala: „Evo prošao je već cijeli sat, a ti nisi ni rieči prosborio, pa što si to cijelo vrijeme radio? sjedio si kod ognjišta, pa si otvarao i zatvarao onu posudu, u kojoj se čaj pripravlja, onda si nad pare držao tanjirić, pa gledao, kako se je orosio Reci mi, nije li to sve jako ludo, ta čemu to radiš?“ Uboga žena nije slutila, da taj dječarac pravi pokuse, koji će mu pribaviti slavnu i vječnu spomen međ ljudi. Nije se Watt ovdje badava igrao parom. U devetnaestoj svojoj godini podje Watt nekome mehaniku u London. Da onamo dodje, trebao je 12 dana, a teško da je slutio, da će njegovi izumi dotle dovesti, da će ljudi za taj put trebati samo 12 sati. Poslije godine dana ode Watt iz Londona u Glasgow, te do-

bije tamo mjesto mehanika na sveučilištu. U sbirci toga sveučilišta bio je model Newcomenova parostroja, koji je služio u tu svrhu, da se djakom kod predavanja pokaže. Taj stroj bio je pokvaren. Wattu, kao mehaniku, bje naloženo, da ga popravi. On to učini na sveobće zadovoljstvo. Nu ako su i sada svi bili strojem zadovoljni, nije to bio s njim zadovoljan



Sl. 128. Kip Jamesa Watta u Westminsterskoj opatiji.

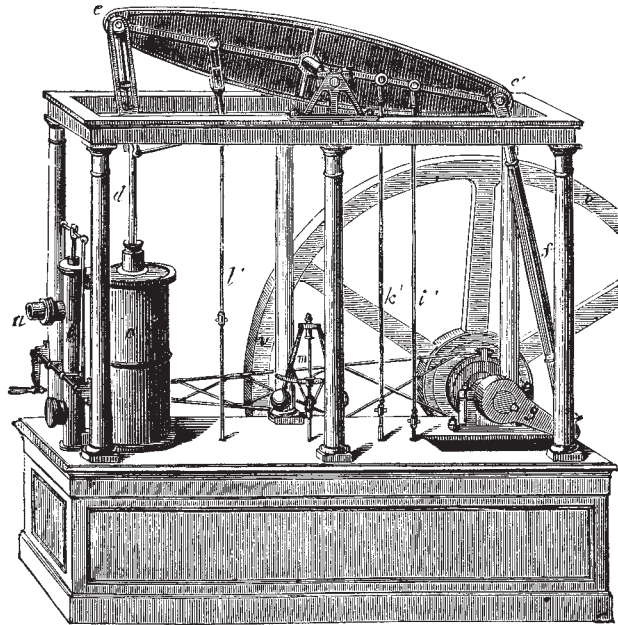
onaj, koji ga je popravio, naime sam Watt. On opazi, da je taj stroj jako nesavršen i mozgaše neprestano o tom, kako bi ga poboljšao, dok napokon nesastavi parostroj poznat pod imenom Wattov stroj. Kada ga poslije upitaše, kako je on to mogao izvesti, odgovori taj čedni i ljubezni izumilac: „neprestanim razmišljanjem.“ On je neprestano razmišljao, kako

bi se Newcomenov stroj dao popraviti. Njegovu oštru oku neizmače glavna pogriješka te sprave. Znamo, da je trebalo u valjak puštati hladne vode, da se para sgusti ili kondensira, tako da pod čepom nastane prazan prostor. To se Newcomenovim načinom nije nikada moglo potpunoma postići. Uvijek je pod čepom ostalo dosta pare, koja se nije sgustila. Ova preostala para tlačila je gore, doduše slabo, ali je to ipak smetalo, jer je slabilo silu stroja. Još više se je pako slabio stroj tim, što se je novo iz kotla došavša para djelomice sgustila došav u dodir s ohladjenim valjkom i čepom, i to prije nego je svoj posao učinila. Da se ovim manam Newcomenova stroja doskoči, dodao mu je Watt posebnu spravu, tako zvano: sgustilo ili kondensator, u koji je vodio vodenu paru iz valjka, te ju je ovdje istom sgustio pomoću hladne vode. Ovim svojim izumom je parostroj na toliko poboljšao, da je za isti posao trebalo samo četvrtinu ugljena za gorivo nego prije.

Vidili smo, da je kod Newcomenova stroja motka bila pričvršćena na polugi. Tim je nastalo prilično nepravilno gibanje, osobito u onih trenucih, kada je motka došla na najviše i najniže mjesto, dakle kada se je mienjao smjer njezinoga gibanja. Watt je uredio stvar tako, da je motka gibala veliko željezno kolo, nazvano kolo zamašnjak, koje svojom uztrajnošću stroj pravilno tjera bez ikakvih udara. Ali ni sada jošte nije stroj sasvim pravilno išao. Kada je pod kotlom jače gorilo, razvilo se je više pare i stroj je brže išao, i obratno, čim je manja bivala vatra pod kotlom, tim se je manje pare razvilo, tim je stroj polaganije išao. I tomu nadje Watt liek. U ciev, koja vodi paru iz parnoga kotla u valjak, namjestio je zaklopac, kojim se je ta ciev mogla djelomice ili sasvim zatvoriti. Jedan radnik je uvijek morao paziti na stroj. Kada je odveć pare iz kotla prelazilo u valjak, zatvorio je djelomice ciev; kada je stroj popustio, otvorio bi ju opet. Skoro uvidi Watt, da nije dosta sigurno pouzdati se u radnika, jerbo ako je ovaj malo nepazljiv bio, mogao je cijeli stroj pokvariti. S toga on pomisli urediti zaklopac tako, da si stroj sam



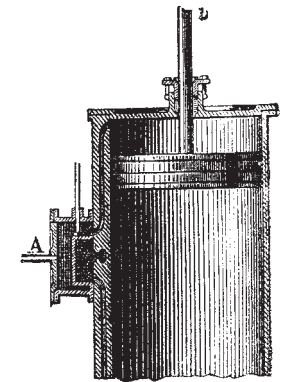
ravna prilaz pare. Ovu misao je Watt krasno izveo. Na zaklopac je pričvrstio polugu, koja je bila spojena sa regulatorom, koji je sam otvarao i zatvarao zaklopac. Ovaj regulator osniva se na sredobježnoj ili centrifugalnoj sili, te se s toga zove centrifugalni regulator *m* (sl. 129.). Na okomitom vretenu, koje kreće sam parostroj, su dva gibivo učvršćena ramena od kovi, a na svakomu je teška kovna kruglja. Čim se vre-



Sl. 129. Wattov parostroj sa kondensatorom.

teno brže kreće, tim se uslied sredobježne sile više dignu obie kruglje i ramena. Kada stroj stoji, dakle i vreteno miruje, onda vise kruglje sasna doli. Kada kruglje dole vise, onda se digne zaklopac od cievi. Čim se stanu kruglje više dizati, odmah počme zaklopac sve više zatvarati ciev. Ako je ciev odveć zatvorena, onda stane stroj polaganije ići. Kada stroj polaganije ide, onda se i vreteno na regulatoru laganiije okreće, pa se kruglje

onda spuštaju dole, a poklopac se bolje otvori, tako da onda para bolje u ciev ulaziti može. I tako si para sama sebi zatvara i otvara put, i stroj se onda uvijek jednakom brzinom kreće. Kod Newcomenove sprave tjerala je, kako znamo, para čep samo gore, dole ga je tjerao samo pritisak zraka. Watt i to preustroji, tako da je posebnim ventilom (poklopcem) vodio paru kroz ciev *a* (Sl. 129.) u valjak *c*, i to jedan put nad čep, a drugi put pod čep tako, da ga je para sama tjerala gore i dole. Kod ovakova parostroja mora dakako valjak biti s obie strane zatvoren, samo je na gornjem kraju valjka tolik otvor, da se motka *d* može u njem gibati i prenašati gibanje na balancir *ee'*; ovaj okreće polugami *f* i *g* kotač *v*; *l* *k* i *i* imadu dovadjeti hladnu vodu u kondensator i u njem paru sgušćivati. Slika 130. predočuje nam prerez parnoga valjka. Kod *A* ulazi para i prolazi uzkom cievi jedan put gore nad čep, a drugi put dole pod čep.



Sl. 130. Prerez parnoga valjka sa čepom.

Vidimo, da je Watt sve dielove Newcomenova stroja preuredio, tako da njegova krasna i savršena sprava, poznata pod imenom Wattov stroj, niti najmanje nenaliči onoj, od koje je nastala. Mnogo se je Watt borio i mnogo je trpio, dok je to izveo, ali je bio ujedno tako sretan, kao riedko koji izumitelj, da je sam još vidio veličanstven uspjeh svoga izuma. Umro je god. 1819. u 83. god. svoga života na svom dvorcu Heathfieldu kod Birminghama, kamo se je bio u svoje stare dane zaklonio, da odpočine od svoga velikoga posla. Njegovi suvremenici nisu ga štovali samo kao učenjaka, već i kao najljubeznijega čovjeka svoje dobe, tako da najglasovitiji muževi smatrahu srećom, kada su mogli s njime drugovati, te si tim obćenjem duh jačati i srdce oplemenjivati. Zahvalni englezki narod postavio je njegov kip

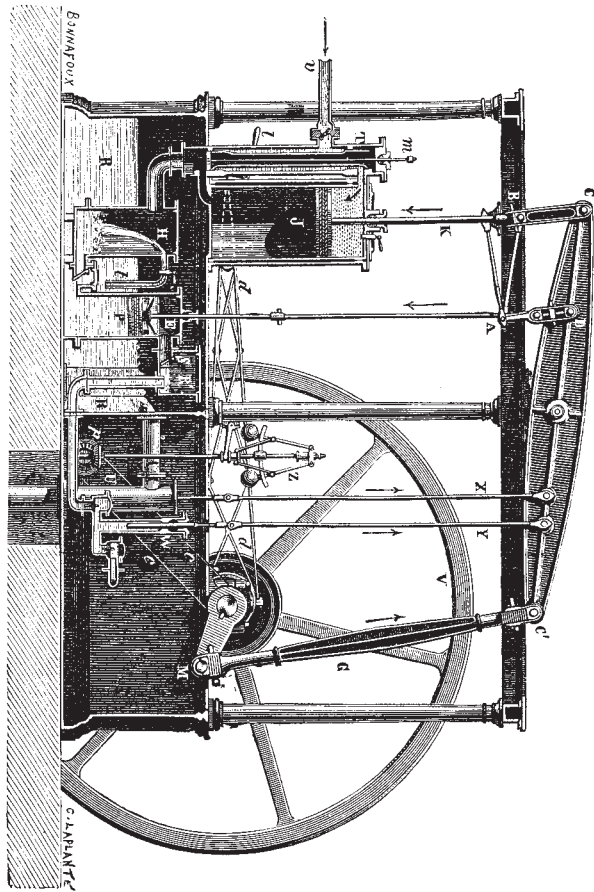


u Westminstersku opatiju, u kojoj sakuplja kipove svojih velikana.

Pošto smo ovim ocienili Wattove zasluge, da upoznamo njegovo čedo — Wattov stroj. Mi ga vidimo naslikana na

Prema slici 131: *J* parni valjak; *K* motka od čepa; *OC* pomični balansir; *P* pomicaljka, kojom se temperaturno pušća para nad ili pod čep valjka; *G* motka, koja je spojena sa *M* za okretno kolo; *V* kondensator; *H* hladna voda, koja dolazi iz kondensatora; *Y* sisaljka za dovodjenje vode u kocio i motka od iste sisaljke; *U* sisaljka, koja dovodja vodu u kocio; *Z* regulator pare; *da* sprava za reguliranje pomicaljke, koja paru u valjak pušća.

Sl. 131. Wattov parostroj sa kondensatorom i regulatorom.



slici 131. *J* je valjak, u kojem se čep giblje. Para dolazi u valjak iz parnoga kotla, koji na ovoj slici nije narisana, kroz ciev *v*. U toj cievi nalazi se zaklopac, koji pomoću cen-

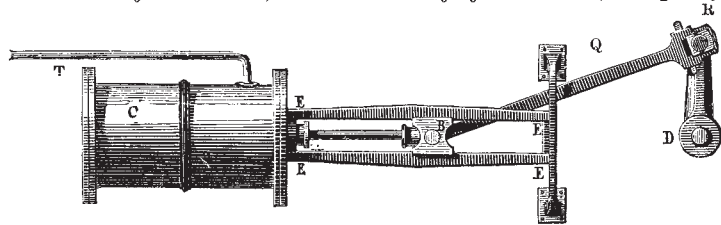
trifugalnog regulatora *z*, koji smo već prije opisali, ravna prilaz pare iz kotla u valjak. Ciev *v* ne ulazi neposredno u valjak, već prije toga u četverouglasti prostor, u kojem je ventil, nazvan pomicaljka *m*, koji ima zadaću, da nadošlu paru pusti u valjak jedan put s gornje, a drugi put s donje strane čepa. Kako već samo ime kaže, pomiče se ovaj ventil neprestano gore dole. Kada je on gori, kao na našoj slici, onda pušta paru nad čep. Kada čep dodje skoro do donjega kraja valjka, pomakne se pomicaljka dole, pa zatvori gornji otvor, a otvori donji otvor, koji je dotle bio zatvoren, te pusti kroz njega paru pod čep. Ova para potjera sada čep gore, pa čim on dodje blizu gornjega kraja valjka, pomakne se pomicaljka također gore, tako da pusti paru nad čep, a ova para tjera opet čep dole, i tako se to neprestano opetuje. Nastaje sada pitanje, tko tjera pomicaljku neprestano amo tamo tako pravilno, da upravo u pravi čas pusti paru na pravo mjesto. To čini sam stroj pomoću nekoliko poluga, koje su posebnim načinom spojene s osju njegova kola zamašnjaka.

Kazali smo, da pomicaljka izmjenice pušta paru nad čep i pod čep. Uzmimo n. pr. da sada para ulazi iznad čepa tako, da ga tjera dole. Svatko lahko uvidja, da se ona para, koja je pod čepom, mora nekamo maknuti, jer bi inače priedila čep, da nebi mogao dole ići. Ova para odlazi posebnim otvorom u ciev, koja ju vodi u spravu *H*, koja se zove sgustilo ili kondensator. Do kondensatora dovadja sisaljka hladnu vodu, pa se u njem voda sa parom sastaje. Hladna voda sgusti paru i pretvori ju u vodu, ali se pri tom voda sama ugrije, pa se zato mora drugom sisaljkom izsisati iz kondensatora. Da ta ugrijana voda neode u štetu, odvadja se ona u parni kotao, a tim se mnogo ugljena prištedi.

Kako smo dakle vidili, to tjera para svojim tlakom čep sad na jednu sad na drugu stranu. Na čepu je učvršćena motka, pa se sa čepom onda i motka giblje. Motka opet prenaša svoje gibanje polugom na veliko zamašno kolo. Ako želimo sada, da nam parostroj tjera koji drugi stroj, to valja samo remenjem zamašnjak

spojiti sa dotičnim strojem. Wattov stroj jest parostroj s kondensatorom ili sgustilom, t. j. spravom u kojoj se izlazeća para pretvara u vodu. Ali ima parostroja, gdje se para neide sgušćivati, nego gdje se ona, čim obavi posao, izpušća u zrak. (Sl. 132.)

Govoreć o parostrojih bez kondensatora, često ćemo čuti, da ovakov parostroj radi sa 2, 3 i više atmosfera. Možda neće komu jasno biti, što to znači, s toga ćemo nastojati protumačiti si taj izraz. Naša zemlja je okružena vrstom zraka, koju zovemo njezinom atmosferom. U kakovom je to savezu sa parostrojem? pitat će mnogi. Samo malo uztrpljivosti, pa ćemo to odmah saznati. Zrak, koji okružuje našu zemlju, ima kao svako tielo njeku težinu, ova doduše nije jako velika, ali ipak ju

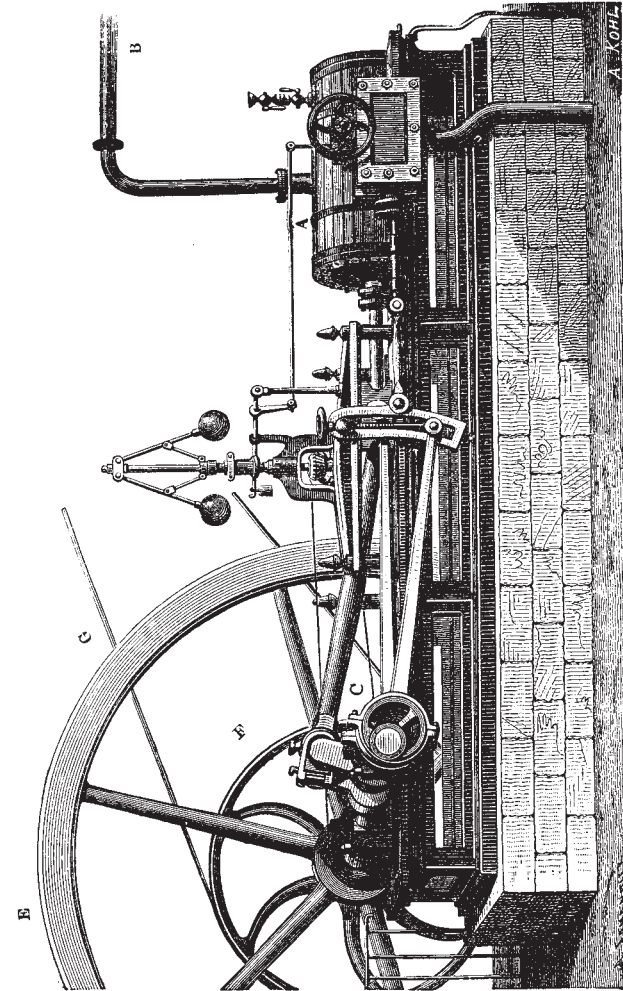


Sl. 132. Parostroj bez kondensatora, gdje para izlazi na ciev T.

*C je položen parni valjak; T je ciev, kroz koju izlazi para poslije dovršena posla; motka A od valjka prenaša preko članka E gibanje na Q i onda preko E na D, gdje se onda kotač okreće.*

možemo lahko opaziti. Mjerimo li n. pr. na čutljivoj vagi balón od tanka stakla napunjen zrakom, pa izvucimo zrak iz balona, te ga opet izmjerimo, to ćemo opaziti, da je sada balon nešto laglji. Ovaj pokus spomenusmo samo zato, da čitatelj uvidi, da zrak ima zbilja njeku težinu. Pomislimo si sada ovu debelu vrstu zraka, koja okružuje našu zemlju, ona mora imati već priličnu težinu, dakle mora tlačiti na površje zemlje slično kao što tlači komad olova na stol, na koji ga položimo. Ljudi točno izmjeriše tlak zraka na površje zemlje, te nadjoše, da jedan četvorni centimetar površine tlači zrak isto tako, kao što bi nanj tlačio uteg od jednoga kilograma (točno 1·033 kilograma) Ovaj tlak zovemo tlakom jedne atmosfere. Kada dakle kažemo, da neki parostroj radi tlakom od četiri atmosfere na

primjer, to razumjevamo pod tim, da para tlači na svaki centimetar površine čepa u parnom valjku tlakom od četiri kilo-



Sl. 133. Parostroj bez kondensatora sa položenim parnim valjkom.

grama. Kod parostroja bez kondensatora mora tlak pare na čep svakako biti veći od jedne atmosfere, jerbo treba da nadvlada toliki tlak zraka, koji se s protivne strane opire tomu,

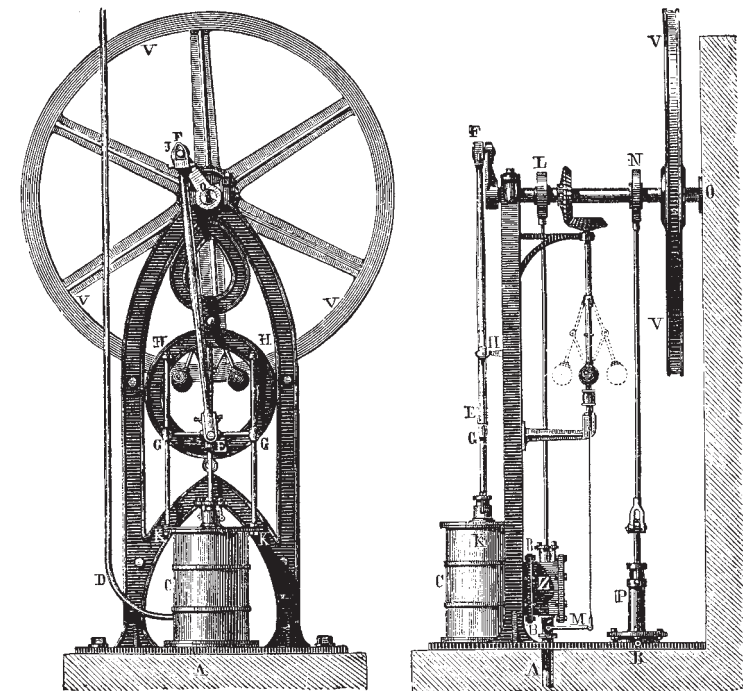
da para čep giblje. Ako je tlak pare jednak dvijema atmosferama, to ovakov parostroj u istinu radi samo jednom, jerbo se jedna potroši samo u tu svrhu, da nadvlada tlak zraka s druge strane čepa. Sasma drugačije je kod strojeva sa kondensatorom, ovdje s druge strane čepa neima nikakva pritiska, pošto se ondje pare ohlade i pretvore u vodu, tako da nastane prazan prostor. Sada je lahko pari s druge strane gibati čep u taj prostor, pošto joj se ovdje ništa neopire. Kod toga stroja netreba da bude tlak pare veći od jedne atmosfere, dapače može i manji biti. Iz toga razloga nazvaše parostroje sa kondensatorom takodjer parostroji sa niskim tlakom, dočim obratno ove bez kondensatora nazvaše parostroji sa visokim tlakom.

Kod strojeva sa visokim tlakom treba paru mnogo jače grijati, da ona dobije veću napetost, jer ona mora, kako već rekosmo, tjerati ne samo čep, nego i paru, koja je iza čepa. Radi toga treba kod tih strojeva jače ložiti, pa zato oni rade skuplje nego parostroji s kondensatorom. Takve parostroje uzimlju samo ondje, gdje se mora na prostor gledati, da nam stroj što manji bude, pa čine to n. pr. kod željezničkih parostroja. — Dodati nam je historičku primjetbu, da je parostroje bez kondensatora izumio Tresithick god. 1802., i da ga odmah zatim uvedoše u praktičnu porabu. Takav parostroj pokazuje nam slika 132. Kroz ciev *T* izlazi para napolje, poslije kako je svoj posao već obavila.

Na sljedećoj slici (sl. 133.) vidimo cijeli ovakov parostroj. Uređen je on u glavnom upravo onako kao Wattov stroj ili parostroj s kondensatorom. *A* je valjak, u kojem se čep giblje. *B* je ciev, kojom para izlazi iz valjka. Motkom *C* giblje se zamašno kolo *E*. Na osi toga kola je manje kolo *F*, koje se može remenom *G* spojiti s kotači stroja, koji želimo gibati. Kod ovoga stroja ima valjak vodoravan položaj, dočim nam sljedeća slika (sl. 134. i 135.) prikazuje od spreda i sa strane parostroj, komu valjak okomito stoji. Netreba spominjati, da su oba stroja jednako uređjena.

Kod parostroja sa visokim tlakom do skora opaziše ljudi, da para, koja izidje u zrak, nije jošte izercpila cijelu svoju snagu,

već da bi se ona i dalje mogla raztezati, te ako je n. pr. iz početka radila sa 3—4 atmosfere, da bi sada još mogla raditi sa 1—2 atmosfere. Arthur Woolf postavi s toga uz parni valjak za visoki tlak još jedan širji valjak za nizki tlak. Mjesto da



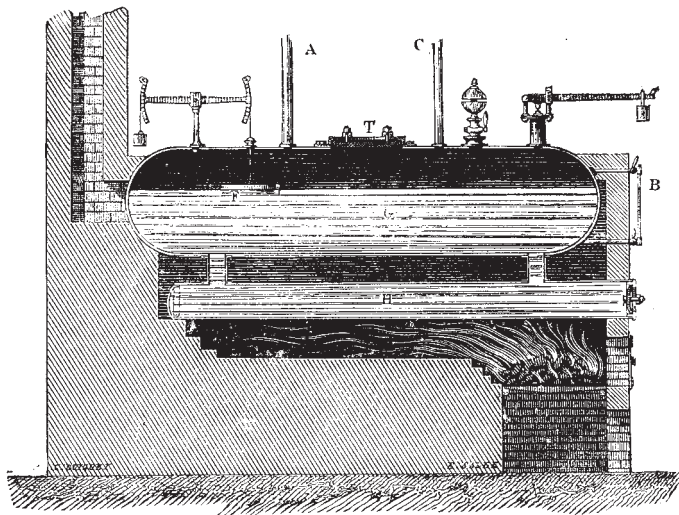
Sl. 134. i 135. Parostroj sa izpravljenim parnim valjkom; sa pročelja i sa strane.

*A* je ciev za dovođenje pare; *C* parni valjak; *B* *Z* sakupljalo pare i pomicaljka; *G* *H* *K* motke za pomicanje; *E* *F* *I* *O* prenašaču gibanje na kolo *V* *V'*; *P* je sisaljka za dovođenje vode; *D* ciev za izpuštanje pare.

paru, koja je u prvom valjku obavila svoj posao, pusti jednostavno u zrak, odvede on nju u drugi valjak. Ovdje je ona pomakla čep, a onda ju je istom pustio u kondensator. Tim se dakako prištedi mnogo ugljena, a to je kod parostroja važna stvar. Ovakov parostroj bi nazvan parostrojem sa ekspanzijom,



što znači toliko, da je to parostroj, kod kojega se para još dalje širi. U novije doba urediše parostroje sa ekspansijom, kod kojih je suvišan onaj drugi valjak. Mjesto da se para pušta u parni valjak sve dotle, dok natjera čep do kraja valjka, pusti se samo toliko, da n. pr. dotjera čep do polovice valjka, a onda joj se daljni pristup zatvori. Ovo pare, što je pod čep ušlo, stane se širiti, pa tjerati čep dalje do kraja valjka. Sada je para izgubila svu svoju snagu, te se vodi u kondensator, da se tamo sgusti u

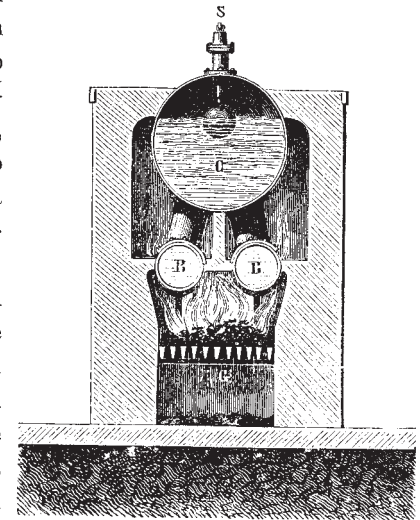


Sl. 136. Parni kotao: po duljini prorezan.

vodu. Parostroji sa ekspansijom znače zbilja velik napredak u razvitku parostroja, jerbo se njimi do kraja upotrebi sila pare, tako da se ništa neizgubi od te nam toli dragociene snage.

Nužno je, da točnije promotrimo parni kotao, kao veoma važan dio parostroja, i da se obazremo, kakav on mora da bude, da odgovara svojoj svrsi, t. j. da razvija čim više pare, a da se uz to zaprieči velika pogibelj, koja je tim skopčana. Može se naime lahko dogoditi, da tlak pare naraste toliko, da nadvlada željezne stiene parnoga kotla, te ga silnom eksplozijom

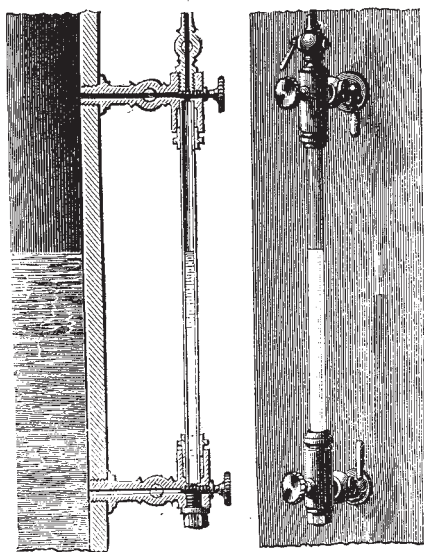
razbije. Stiene parnoga kotla su iz jakoga željeznoga lima. Njegov oblik se je mnogo mienjao. Watt je za svoj stroj bez kondensatora rabio kotao u obliku četverouglaste škrinje, kojoj je dno i pokrovac bio zaobljen prema gore, dočim su pobočne plohe bile zaobljene prama nutra. Tako je mogao plamen sa tri strane lizati kotao, s dolnje i srednjih pobočnih strana. Ovo je bilo samo dotle dostatno, dok nije trebalo velikoga tlaka pare. Radi toga su kasnije oblik kotla sasvim promjenili. Danas je kotao oblika valjkasta, te je spojen sa dvie široke cievi, koje pod njim leže, kako to vidimo iz naših slika (sl. 136. i 137.). Pod cievima H i G se loži vatra, tako da ona grije i cievi i kotao, pa se s toga razvije mnogo više pare, nego bi se razvilo, da neima cievi uz kotao. C (sl. 136.) je ciev, kojom izlazi razvijena para iz kotla, te ulazi u parostroj. Kako u kotlu



Sl. 137. Parni kotao; poprieko prorezan. razvijanjem pare postaje G ognjište; B B valjci od kotla; G glavni trup od kotla; uvijek manje vode, to se mora voda uvijek nadomješivati, a zato je napravljena ciev A, kroz koju nova voda u kotao dolazi. Da se zna, koliko je vode u kotlu, a to je vrlo važno, stoji na kotlu posebna staklena ciev B, koja je sa kotlom u savezu, tako da voda upravo tako visoko stoji u cievi, koliko i u kotlu (F). (Sl. 138.) Treba dakle samo dobro paziti na visinu vode u cievi. Da se ipak uslied nepozornosti nebi dogodila kakova nesreća, nalazi se na parnom kotlu još jedna sprava, koja sama javlja, kada je u kotlu premalo vode. (Sl. 139.) Na gornjoj stieni kotla je

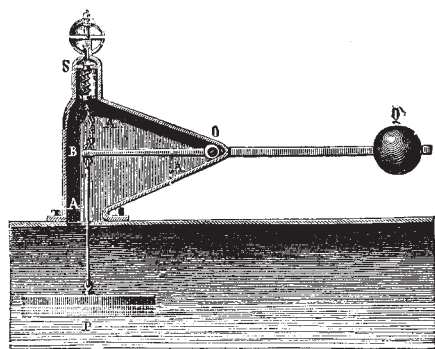


trouglast prostor *AAA*, a na njem otvor *S*, koji je zatvoren malim čepom, koji pritište perce. Na tom čepu visi na lančiću



Sl. 138. Staklena ciev na kotlu, na kojoj se ima viditi visina vode u kotlu.

u kotlu odveć presušila, jer bi se on



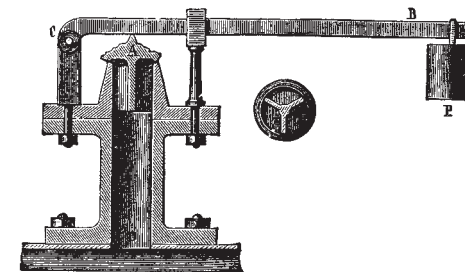
Sl. 139. Zvonilo na parnom kotlu.

ploča *P*, koja pliva na vodi u kotlu. Kada se voda u kotlu snizi, padne niže i ploča, koja na vodi pliva; ako se je preveć snizila, to lančić *BS* potegne čep, te otvori pari izlaz. Izlazeća para udara o malo zvonce, koje je nad otvorom, i tim daje glas, koji upozoruje ljude, da ima premalo vode u kotlu. Kruglja *Q* ima tu svrhu, da drži u ravnotežju ploču *P*.

Opisane dvie sprave čuvaju kotao od pogibelji, da se nebi voda uslied silne vatre, koja pod njim gori morao razpuknuti. Još jedna velika pogibelj može nastati za kotao. Ako se razvije odviše pare u kotlu, to one mogu kotao raztrgati. Da se to nedogodi, služi tako zvana čuvarka, koju napose vidimo na našoj slici (sl. 140.) Ona sastoji od kovnoga čepa *A*, koji zatvara parni kotao.

Na polugi *BC* visi uteg *P*, koji pritište na čep, tako da on dobro zatvara parni kotao. Kada je tlak pare unutar kotla već tako velik, da mu skoro nebi mogle odoljeti stiene kotla, podigne para sama čep zajedno s čuvarkom, te si tako otvori put, kojim izlazi tako dugo, dok tlak na toliko nepopusti, da neima više pogibelji za kotao. Sada se čep opet spusti na otvor, te ga zatvori, tako da para nemože dalje izlaziti. *D* je ciev, koja posreduje savez sa parnim kotlom.

Netreba spominjati, da ni čuvarka nemože očuvati parni kotao od svake pogibelji. Eksplosije parnoga kotla sbivaju se ponajviše uslied toga, što razpukne kora, koja se na dnu kotla napravi iz rudnih sastavina vode. Pukne li ta kora, to onda dodje voda neposredno na silno užarenu stieniu kotla. Uslied toga se tako naglo i tako mnogo pare razvije, da se kotao razleti uzprkos čuvarki. Zato treba kod parostroja neprestana pozornost. Na sve valja paziti, nećemo li da

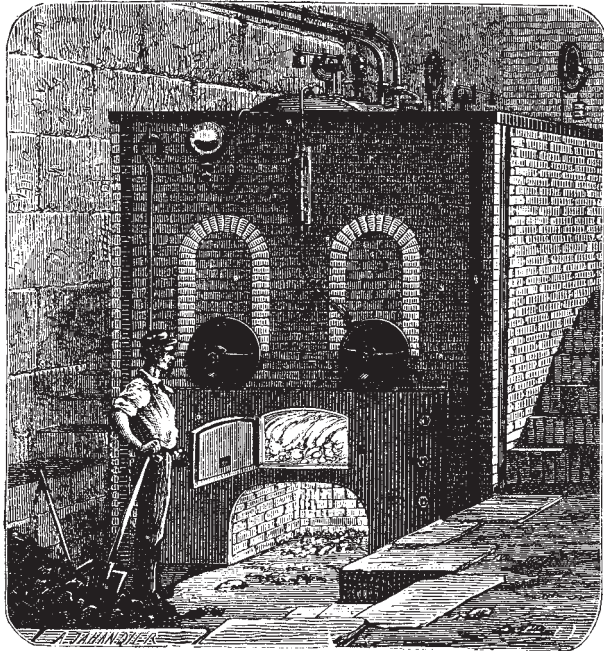


Sl. 140. Čuvarka na parnom kotlu.

se dogodi silna nesreća. Nije to šala, kada se slabašan čovjek nametne gospodarom silnom orijašu, kao što je para. (Sl. 141.)

Za velike poslove neima jeftinije radne snage, nego što je snaga pare. Zato veliki parostroji odgovaraju sasvim svojoj svrsi. Drugačije je kod malenih strojeva. Ovi nisu u istom razmjeru jeftiniji, u kojem su slabiji. Uz to nemože se parni stroj svagdje namjestiti, jerbo je njegova uporaba uvijek skopčana s pogibelju, da se dogodi kakova eksplozija. Zato ga nemogu rabiti obrtnici u velikom gradu, koji stanuju u kući punoj ljudstva. A ipak se opaža u nekih obrtih potreba nadomjestiti ljudsku snagu kakovim strojem, koji nebi trebao biti osobito jak; dosta bi bilo, kada bi radio za nekoliko ljudi. Dalje

bi se od toga stroja zahtjevalo, da zauzime čim manje prostora, tako da bi se u malenih obrtničkih stanovima mogao namjestiti. Takodjer bi morao biti tako uređen, da ga možemo rabiti svaki čas bez duge priprave, kakova je potrebna kod parostroja, gdje treba istom vodu jako u parnom kotlu ugrijati, dok parostroj počme raditi. Ako parostrojem radimo prekinuto,



Sl. 141. Vanjsko lice parnih kotlova i peći.

to ćemo svaki put, kada ga pustimo da ohladi, izgubiti vrućine, dakle goriva. I ovo nebi smjelo biti kod ove vrsti strojeva, o kojih sada govorimo, oni bi morali biti tako uređeni, da možemo bez gubitka prama potrebi radnju početi i kada uztreba opet prekinuti. Ovo nastojaše ljudi postići raznim načinom, te tako sastaviše dvie vrste strojeva, i to tako zvane

kaloričke strojeve, kod kojih radnju obavlja ugrijan uzduh, te strojeve, kod kojih djeluje praskavi plin.

Prvi, koji je pokušao tjerati stroj ugrijanim zrakom mjesto parom, bio je po svoj prilici neki John Stirling u Glasgowu, koji je već god. 1827. sastavio takov stroj. Njekoliko godina kasnije, naime god. 1833., napravi sličan stroj švedski mjernik Ericsson. Nijedan od ovih strojeva nije pobudio osobitu pažnju, pošto nisu bili ni onoliko savršeni, kao parni strojevi one dobe. Ericsson neklonu zato duhom, on podje u Ameriku, jer se je nadao, da će se ondje ljudi više zanimati za njegov izum. Obdaren osobito pronicavim umom, radio je Ericsson neumornom radinošću o tom, da usavrši svoj stroj. Proučavao je strpljivo njegove mane, te ga svrši napokon god. 1848. mnogo popravljena i izloži god. 1851. na londonskoj svietskoj izložbi. Sagradjen bi dapače brod „Ericsson“, koga je gibao stroj sa ugrijanim uzduhom. Da se Ericssonov stroj nije osobito praktičnim pokazao, vidimo iz toga, što za godinu dana pretvoriše brod „Ericsson“ u običnu parnjaču. Ni sada još nepopusti Ericsson; bistrim okom uvidi on, da njegov stroj nemože nadomjestiti velike parostroje, ali da će se dati dobro i koristno rabiti mjesto malenih parostroja. Prihvativ ovu dobru misao, uspio je napokon Ericsson.

Nećemo se upustiti u to, da potanko opišemo dosta komplicirano sastavljeni Ericssonov stroj, dosta je da u glavnom spomenemo, kako on djeluje. Imamo valjak i u njem čep, pod koji valja dovesti uzduha, te ga onda ugrijati; ugrijan uzduh se sve više razteže, te će uslied toga sve jače tlačiti na čep, te ga pod sobom pomicati. Francuz Lanberéu u popravi Ericssonov stroj u toliko, da je u valjku zrak čas ugrijao čas ohladio. Nješto ga usavrši još i Lehmann. Ali ipak uza sve ove popravke neodgovara do sada stroj tjeran ugrijanim uzduhom zahtjevom današnjeg vremena. Bolje uspješe strojevi, što ih tjeraju praskavim plinom. Iz jednog prijašnjeg članka nam je poznato, da mješanjem vodika i kisika dobivamo plin, koji eksplodira silnim praskom, kada ga zapalimo. Vodik se naime i kisik brzo

spoje u vodu, te tim spojenjem proizvedu silnu vrućinu. Nastale vodene pare imaju kod te vrućine mnogo veći objam, nego su ga imali plinovi prije nego su se spojili. Pošto se dakle te pare tako naglo raztegnu, to izvadaju one silan tlak na okolinu. Ako smo upalili smjesu vodika i kisika u zatvorenoj posudi, to će nastale pare raztrgati posudu silnom snagom. Ovu snagu nastojaše upotrebiti ljudi za tjeranje strojeva. Iz prva im neuspješne pokusi, i to poglavito s toga, što ova jaka snaga odveć naglo djeluje, tako da silnim trzanjem naskoro pokvari dielove stroja. Trebalo je dakle nastojati urediti stvar tako, da se vodene pare polaganije raztežu, te svoju snagu nerazviju u jedan hip, već postepeno. Lenoiru u Parizu podje to za rukom tim, što nije u valjak stroja pod čep vodio čisti praskavi plin, već smiesu običnoga uzduha i razsvjetnoga plina.

Znamo, da razsvietni plin sastoji od ugljika i vodika. Zrakom pomješšan eksplodira silno, kako nas žalibože naučiše česte nesreće, koje su se dogodile, kada je u kojoj prostoriji izlazio razsvjetni plin, te je tko sa sviećom tamo došao. Lenoir pro-nadje, da je najbolje uzeti smiesu od 91 do 95 dielova običnoga uzduha i 5—9 dielova razsvjetnoga plina. Kada se ta smiesu zapali pod čepom u valjku Lenoirova stroja, izgori naglo plin, te se tvore, kako je već poznato, vodene pare i plin, poznat pod imenom ugljične kiseline. Sve se ovo uslied vrućine, koja se gorenjem porodi, raztegne, te tlači na čep Lenoirova stroja. Ovaj tlak se neizvede na jedan put, već on raste postepeno, tako da se čep priličnom pravilnošću stane gibati.

Lenoir, koji je tako liepo uredio stroj, tjeran praskavim plinom, bio je iz početka radnik u njekoju tvornici bronca. Poslije se je bavio galvanoplastikom, te je utemeljio zajedno s Gautierom u Parizu veliku galvanoplastičku tvornicu pod imenom: „Société générale de galvanoplastic“. Materijalni uspjeh toga poduzeća nebijaše sjajan, s toga se baci Lenoir na drugi posao, počme naime praviti elektromagnetičke strojeve. Naskoro uvidi, da je elektromagnetizam odveć skupa stvar za tjeranje strojeva, te napokon popravi na prije opisani način strojeve

tjerane praskavim plinom. Ovaj izum proslavi njegovo ime i pronese ga celim svijetom. Lenoir se sdruži s parižkim tvorničarom strojeva Hypolitom Marinoniem, i već u maju god. 1860. radio je prvi Lenoirov stroj u jednoju parižkoju tvornici i od onda ga počeše sve više i više rabiti. Parostroju neće doduše nikada premac biti već s toga, jerbo skuplje od njega radi, ali će ga ipak nadomješćivati u onih slučajih, gdje ga radi prije navedenih razloga nije prilično rabiti.



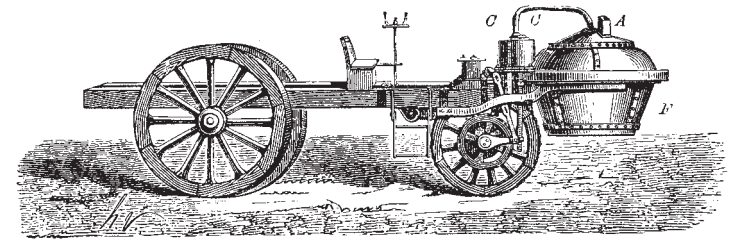
## Željeznica.

*Važnost željeznica. — Prvi pokusi: Cugnot, Evans, Trevithick i Vivian — Tračnice. — Povjestnički pregled razvitka tračnica — Stephenson i Marc Séguin. — Željeznica Manchester-Liverpool. — Ustroj lokomotive. — Tender. — Gradnja željezničke pruge. — Tuneli. — Prosjeci. — Mostovi i viadukti. — Uređenje željezničke pruge. — Signali. — Kolodvori. — Statistika.*

Ništa nije prouzročilo toliku promjenu u životu čovječanstva kao željeznica. Ako je tko prije 50 godina putovao iz Zagreba u Beč, bilo je to svejedno kao da ide na kraj svijeta, a sada treba zato jednu noć i ništa više. Za tri dana možemo biti tamo i natrag, obaviv ondje svoj posao. Željeznica je skratila znatno odaljenosti na zemlji. Put, za koji je prije trebalo nekoliko dana, obavlja se sada za malne isti broj sati. Uslijed toga digao se je promet do prije nepoznate visine. Odaljeni krajevi izmjenjuju si brzo i lahko svoje proizvode. U zemlji izprepletenoj željezničkim prugama, nemožemo si niti pomisliti, da bi mogao nastati glad uslijed nerodice žita, pošto će u slučaju potrebe željeznice sa svih strana velikom brzinom dopremiti nuždan živež.

Pa kako je ugodno putovati željeznicom, kako je tu skrbnjeno za svaku udobnost putnika, osobito na velikih željezničkih prugah, gdje je to i najpotrebitije. Tu ima vagona plinom razsvjetljenih, ima spavaćih kola, gdje čovjek može mirno spavati kao kod kuće, ima dvorana za blagovanje uređenih bogato i ukusno. Dokle ovdje čitamo, blagujemo i spavamo, nosi nas željeznica po svom glatkom putu, tako da i jedva osjećamo, da se zbilja vozimo.

Mnogo je bilo zaprieka tomu, da se parostroj upotriebi za tjeranje kola. Znamo, da je prvi parostroj, kako ga je izumio Watt, bio parostroj s kondensatorom, t. j. spravom, koja ohladjuje paru, te ju tim pretvara u tekućinu. Ovakov parostroj nije se nikako mogao rabiti u rečenu svrhu, jer bi moralo uvijek uz njega biti mnogo hladne vode, koju bi si stroj morao sobom vući. Istom od kada bi iznadjen parostroj bez kondensatora, t. j. onakov, kod kojega se para neohladjuje pomoću vode, već se jednostavno pušta u zrak, moglo se je misliti na to, da se njim vuku tereti. Druga velika zapreka bile su naše obične ceste. Kako je parostroj sam po sebi težak, nastalo bi na običnoj cesti silno trenje, te bi stroj morao, da nadvlada ovo trenje, potrošiti veći dio svoje snage. Uzprkos tomu po-



Sl. 142. Parovoz, što ga je napravio Cugnot god. 1770.

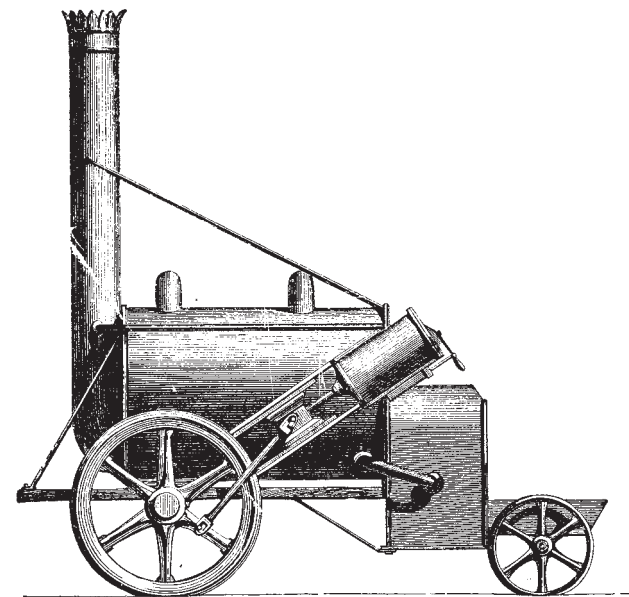
kuša god. 1770. mjernik Josip Cugnot, rođen u Voidu u Lotrinžkoj, da upotrebi parostroj za prevažanje bojnog materijala po običnih cestah. Vriedno je upoznati parna kola, koja je sagradio u tu svrhu Cugnot. (Sl. 142.) Svravnimo li ih sa našimi modernimi lokomotivami, mora nam se čudan viditi ovaj prvi, nespretni pokušaj. *A* je parni kotao, pod kojim gori vatra u ognjištu *F*. Nastala para prolazi cievju u valjke *C* i *C*. U svakom valjku je čep s motkom, koja kreće prednji kotač na kolih, Cugnotov parostroj bio je doduše bez kondensacije, ali je ipak bio tako nesavršen, da se je odmah moglo viditi, da neće odgovarati namienjenoj svrsi. Za punjenje parnoga kotla trebalo bi s Cugnotovimi koli stati svaki četvrt sata. Osim toga imala su ta kola još tu mnogo veću manu, da ih.



nije bilo lahko upravljati, a uz to nije bilo moguće po potrebi umanjiti ili povećati snagu stroja. To se je umah pokazalo kod pokusah u arsenalu, kola udariše o zid dvorišta, te ga probiše. Posljedak bijaše taj, da kola spraviše i nitko ne pomisli više, da bi ih rabio. Još sada se čuvaju u „Conservatoire des arts et métiers“ u Parizu kao zanimiv podatak povjesti razvitka željeznica. Cugnot dobi za nagradu svoga nastojanja malenu mirovinu, te umre god. 1804.

Nećemo se čuditi, da je prošlo poslije Cugnotova neuspjela pokusa mnogo godina, a da nitko nije nastavio njegov rad. James Watt nastojao je god. 1784. o tom, ali bez pravoga rezultata. U Americi pokušao je izvesti to isto god. 1786. Olivier Evans. On je od pensylvanskoga kongresa zahtjevao privilegije na dva izuma, a to bijahu nova vrst mlina i parovoz. Patent za prvi izum dade kongres bez prigovora, no glede drugoga im se pričinu stvar malo preveć čudnovata, te neki počеше sumnjati o zdravoj pameti Evansa. Ovaj se poslije obrati u istoj stvari na kongres države Maryland, gdje mu podieliše poželjeni privilegij, ali uz takove opazke, da Evans nije mogao naći čovjeka, koji bi mu bio posudio novca potrebita za gradnju svoga parovoza. Na to ode on u London, nadajući se naći ovdje nekoga, koji će mu povjerovati i pružiti potrebiti novac, ali i to bijaše uzaludno. Oko god. 1800. ipak si je sam stekao toliko, da je mogao sagraditi parovoz, kojim se je zbilja vozio kroz ulice grada Filadelfije u Americi. On se je nadao, da će tim uvjeriti ljude o vrstnoći i koristi parovoza, pa je snovao, kako će sagraditi veliku tvornicu parovoza. Ali sve te osnove propadoše, jer nitko se nepouzđavaše u njegov izum, tako da je on i nadalje pravio samo obične parostroje. Toliko dobra ipak donese njegov trud, da se je on od sada počeo baviti sa parostrojima bez kondensatora, pošto se ovi jedini, kako već spomenusmo, mogu rabiti za parovoze. U tom poslu znatno je uspio, te tim posredno mnogo koristio izumu željeznice. Dva mehanika u kornwallskih rudnicah uglja, i to Rikard Trevithick i Andrew Vivian dobro upoznaše, koli su

prikladni Evansovi parostrojima bez kondensatora za parovoze. Tim potaknuti sastaviše oni parovoz (sl. 143.), kojim neuspješno sasvim, akoprem je bio jako umno sastavljen. Sreća te uvidiše, što je krivo bilo tomu neuspjehu. Obična cesta odveć je hrpava za parovoz, a uz to se ona pod njegovom težinom brzo pokvari, a još je obično i neravna, tako da parovoz nemože po njoj pravilno voziti. Kada je tomu tako, pomisliše oni, to



Sl. 143. Prva lokomotiva od Trevithicka i Viviana.

nećemo rabiti parovoz na običnih cestah, već ćemo ga pokušati uvesti na željeznih tračnicah, koje služe u naših rudnicah, da se na njih vuku kola s ugljenom. To bijaše sretna pomisao, nu prije nego vidimo kakovim je urodila plodom, moramo kazati nešto o tom, kako se je došlo do toga, da se rabe željezne tračnice u rudnicah.

Već najstariji narodi pobrinuli su se, da svoje ceste proide tračnicami, tako da se kotači od običnih kola giblju po

tih tračnicah, da se te tim umanju trenje između kotača i ceste. Da to i moderni narodi odavna već činili nisu, ima se samo pripisati onom nazadku, koji je slijedio iza kulturne epohe starih naroda. Ovaj nazadak je kriv, što su i mnogi drugi liepi izumi propali, tako da ih morade novi viek iznova iznaći.

Stari Indijanci i Egipćani pravili su silne gradnje, tako da se i sada čudimo, kako su mogli sav taj silni kamen, što su trebali, iz velike daljine dovažati. Imali su oni tomu svakako strojeva i sprava, za koje mi mislimo, da su tek kasnije izmišljene. Da učine gladak put za vožnju kamena, postavljali su oni velike iztesane kamene kocke jednu do druge, i stvorili su time kamenu put, u koji su si vremenom kotači od kola sami izgledali žlieb, te tako stvorili prave kolotečine. U ruševinah Baalbeke i Palmire nalazimo još sada takvih tragova, a stari nam pisci pripoviedaju, da su takove ceste i pustarami prolazile. Stari Rimljani su imali sličnih cesta, a propašću njihovoga carstva propadoše i ceste. U novije doba pravili bi u rudnicih u Harcu slične puteve od drva. Postavljali bi gredu do grede, pa bi tako stvorili put, na kom su onda lahko prevažali ugljen iz svojih rudnika. Na ovakovom putu mogao je konj vući četiri puta veći teret nego na običnoj cesti. Englezka kraljica Elizabeta, koja je vladala prije 300 godina, pozvala je njemačke rudare iz Harca u Englezku, da tamo podignu rudokopje. Ovi uvedoše ovdje spomenute drvene puteve, koji su se na skoro razširili po svih englezkih rudokopjih. Drvo je mekano, s toga se ono takovom porabom brzo iztroši, radi toga ga već počese u Englezkoj zamienjivat kamenom. Na to nastala u Englezkoj važna promjena. Željezu bijaše u Englezkoj ciena tako pala, da mnogi zamisliše ugasiti ogromne peći, u kojih se je željezo talilo. Nije to bila mala stvar, zapustiti ove peći. Kuda će silna četa radnika, koja tim gubi zasluzbu? Pa kolik je trošak, ako se u bolje vrijeme te peći opet počmu rabiti? Ovi razlozi ponukaše Reynolds a, posjednika silnih talionica željeza u mjestu Colebrookdale, u grofoviji Shropshire, da pošto po to, makar i gubitkom, nadalje uzdrži svoje talionice. Uza to je promiš-

ljavao, kako bi se željezo moglo u nove svrhe upotrebiti. Medju ostalim zamjenio je on u colebrookdalskih rudnicih drvene grede na putevih željeznimi. Mislio si je, ako se bude poslije digla ciena željezu, lahko će biti skinuti ove željezne grede, te ih upotrebiti u druge svrhe, jer se željeza i ovako porabom ne može mnogo iztrošiti. Ove željezne tračnice pokazao se na skoro tako praktičnimi, da su ih počeli i u druge rudnike uvadjeti. Po njih mogao je jedan konj lahko vući teret, za koji bi inače trebalo deset konja. Ali na skoro nije ni konja trebalo, jer ih je, kako znamo, zamjenila para, pošto Trevithick i Vivian uvedoše parovoze na te željezne tračnice. Ali da, ne ide to tako brzo. Strukovnjaci izjaviše, da je trenje između željeznih kotača i tračnica preslabo, te da se kotači parovoza neće moći dalje kretati, već da će se pod silnim teretom, koji na njih počiva, sklizati i neprestano okretati na istom mjestu. Do sada je bilo tim strukovnjakom na običnih cestah trenje preveliko, a evo sada je na željeznih tračnicah postalo to trenje premaleno. Bilo je pokusa, pa se je parovoz doista liepo dalje pomicao; ali bilo je to badava, strukovnjaci rekoše, da se parovoz neće moći na tom glatkom putu dalje kretati, pa je svatko tomu vjerovao. Gdje je parovoz dobro išao, to je bio slučaj. Sam Trevithick nije mogao odoljeti ovomu mnenju, pa zato zabije u tračnice čavle, da su im glavice na polje provirivale, i providi obode kotača na parovozu udubinami, samo da one-mogući sklizanje kotača. Njegovim primjerom podjoše kasnije i drugi. Blekinsop, koji je god. 1811. gradio željezničku prugu Middleton-Leeds, napravio je na parovozu zubate kotače, a isto tako uredio je zubce na tračnica, da se jedno drugoga hvata. Ovo se još sada rabi, kada se željeznica vodi na takove strmice, da ju parovoz nebi mogao na običnih tračnicah vući u visinu. Vidimo to kod takozvanog „Zahnradbahna“ na Kahlenbergu kraj Beča i drugdje. Chopman potegnua je god. 1812. lanac uz željezničku prugu, koji se je obavijao oko valjka na parovozu. Smiešan je bio izum Bruntona; on je providio parovoz dviema željeznima nogama, koje su imale tjerati kola.

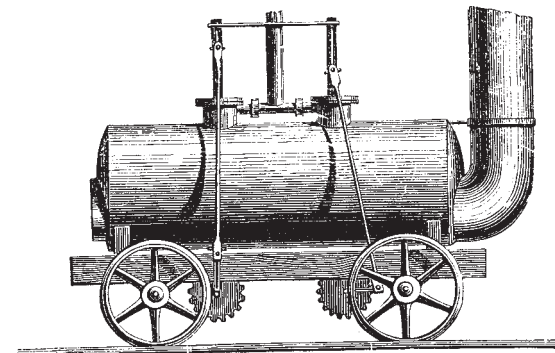
God. 1813. istom pokušaju iznova Blacket, da li je to zbilja istina, da je trenje između željeznih kotača i željeznih tračnica preslabo. On se uvjeri, da to nije, već da je ono u svakom slučaju tako veliko, da se kotači redovito dalje giblju. Tako pade ova ljudska predsuda, koja je za jedan čas zaustavila napredak željeznica. Sada se pojavi muž, kojega će ime uvijek sjati među imeni prvih muževa ovoga svijeta. Ovaj muž bio je George Stephenson (sl. 144.). On nam je primjerom, što darovit čovjek postići može uz marljivost i čvrstu volju.



Sl. 144. George Stephenson.

Stephenson se je rodio god. 1781. od siromašnih roditelja u selu Wylamu kraj Newcastlea. U svoje djetinje doba dosta je trpio oskudice. Najmilija mu zabava bijaše praviti od drva razne mlinove, te praviti od ilovače strojeve, koje je vidio u rudnicima uglja u njegovom selu. Još za mala morao si je sam svoj kruh služiti. Bio je pastir, radio je na polju i u rudnicima. U 17. godini njegova života postaviše ga čuvarom parnoga stroja. Stephenson bijaše presretan, da je mogao uvijek blizu biti uz stroj, o kojem je i onako uvijek mislio. Neprestano ga je proučavao, razstavljao, sastavljao i čistio. Jedino ga je to ža-

lostilo i neprestano peklo, što nije umio čitati, pisati i računati. Kada mu je bilo devetnaest godina, stao je ići tri put na nedjelju na veče nekome učitelju, gdje je uz neumornu marljivost na skoro naučio, što je oдавно želio. Uza sav taj dvostruki rad, znao bi si on svojom vještinom još na razne načine zaslužiti novaca. Pravio je cipele, popravljao ure i obavljao druge slične poslove. Prištediv si ovakovim načinom dosta novca, oženi se. Žena mu umre mlada, ali mu ostavi sina Roberta. Ovaj mu bijaše sva nada i utjeha. Neprestano se je brinuo, da mu namakne sredstva, da može učiti, jerbo je dobro znao, kako je bez nauke teško išta postići na ovome svijetu.

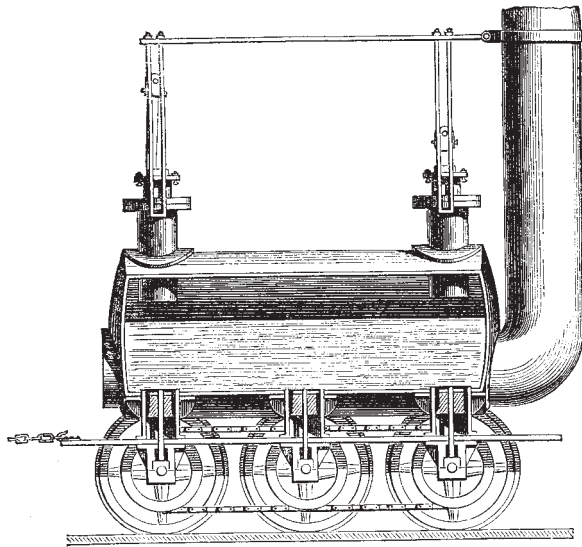


Sl. 145. Stephensonova lokomotiva od god. 1812.

Na skoro okrene Stephensonov udes na bolje. U nekome ugljeniku popravi izkvareni stroj, kojim se je dizala voda; a tim steče glas, tako da ga je sad svatko zvao, da mu radi kod strojeva. Sina si je poslao u akademiju u Newcastle, te je uživao svake nedjelje, kada ga je sin posjetio, donesav sobom novih knjiga i novina. Kod kuće bi zajedno marljivo učili, čitali, risali i snovali razne promjene strojeva. Da je ovakov odgoj morao uroditi dobrim plodom, osvjedočio se na skoro otac, jer mu je sin Robert postao prvim mjernikom, pa je i savršenstvu njegovoga parovoza ili lokomotive mnogo doprineo. Postav Stephenson ravnateljem ugljena rudnika lorda Ravens-



wortha, došao je do prilike, da praktički pokuša, jeli valjaju njegove osnove, što si ih je za lokomotivu stvorio. (Sl. 145.) God. 1812. bila je prva njegova lokomotiva gotova, te je vukla kola s ugljem po željeznih tračnicah, koje su već od prije bile u tom rudniku. Kako mu je taj pokus prilično uspjeo, povjereše mu da sagradi željeznicu za prevažanje uglja između gradova Stockton i Darlington.



Sl. 146. Lokomotiva „The Rocket“, što ju napraviše George i Robert Stephenson; u prerezu.

Sve to bijahu manja poduzeća, no istom željeznica, što ju sagradi između dva velika obrtna englezka grada: Liverpoola i Manchestera pronese glas Stephensona i njegove željeznice u najdalje krajeve. Od ove gradnje počima pravo slavje željeznice. Između rečena dva grada bivao je promet sve veći, roba je među njima običala po kanalih, nu to je bilo tako skupo, da su se oba grada morala brinuti za njeku jeftiniju komunikaciju. Društvo, koje se je u tu svrhu ustrojilo, uvidi, da se to može postići samo željeznicom. S toga razpiše god. 1830

natječaj za najbolju lokomotivu u tu svrhu. Od više natjecatelja održa pobjedu lokomotiva „The Rocket“, koju napraviše oba Stephensona, otac i sin. (Sl. 146.) Nije ni ova lokomotiva bila savršena, ali je ipak nadmašila ono, što se je od nje zahtjevalo. Da se voda u kotlu bolje ugrije, te da se više pare razvije, vodio je Stephenson kroz kotao široku ciev, kroz koju je plamen sa ognjišta lizao.

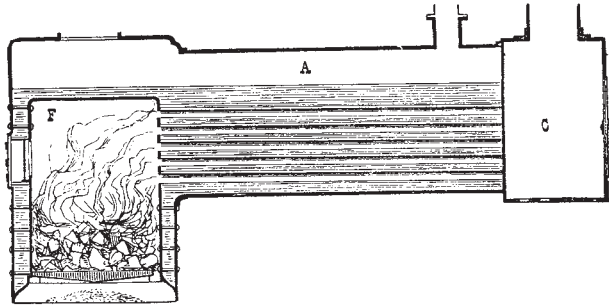
Francuzki mjernik Marc Seguin (sl. 147.) uredio je bio već god. 1827. ognjište mnogo bolje nego Stephenson. On je



Sl. 147. Marc Seguin.

proveo mnogo željeznih cievih kroz kotao, a kroz svaku od tih cievih je prolazio plamen, tako da je svaka bila jako vruća. Voda, koja okružava te cievi, na skoro zakipi i pretvara se silno u paru. Kako je Seguinov kotao bio udešen, razumjeti ćemo odmah, čim pogledamo našu sliku (sl. 148.). *F* je ognjište. Dim, a i svi ostali plinovi, koji pri gorenju nastaju, izlaze kroz cievi, koje prolaze kroz kotao *A*, i tek onda dospjevaju u dimnjak *C* i u zrak. Ove cievi okružuje voda, pa kako se one jako ugriju, to se i voda, koja je sa svih strana s njimi u doticaju, brzo ugrije i pretvara u paru.

Uvidiv Stephenson, koliko vrijedi Seguinov izum, umah ga uvede kod svojih lokomotiva, koje su služile na željeznici med Liverpoolom i Manchesterom. On ga još usavrši i tim dogotovi lokomotivu, koja odgovara svim zahtjevom. On je naime uvidio, da cijeli uspjeh najviše ovisi o propuhu u dimnjaku. Čim bude propuh veći, tim će brže prolaziti dim i plamen kroz cievi, pa će plamen biti jači i bolji. Stephenson je dakle premišljavao, kako da poveća propuh na ognjištu od lokomotive. U tvornicah postigava se ovaj veliki propuh tim, da se prave visoki dimnjaci. Na to nije kod željeznice Stephenson mogao ni misliti, jer je to za lokomotivu odveć nespretno, ali si on pomogne na drugi, veoma umni način. Paru, koja je učinila svoj



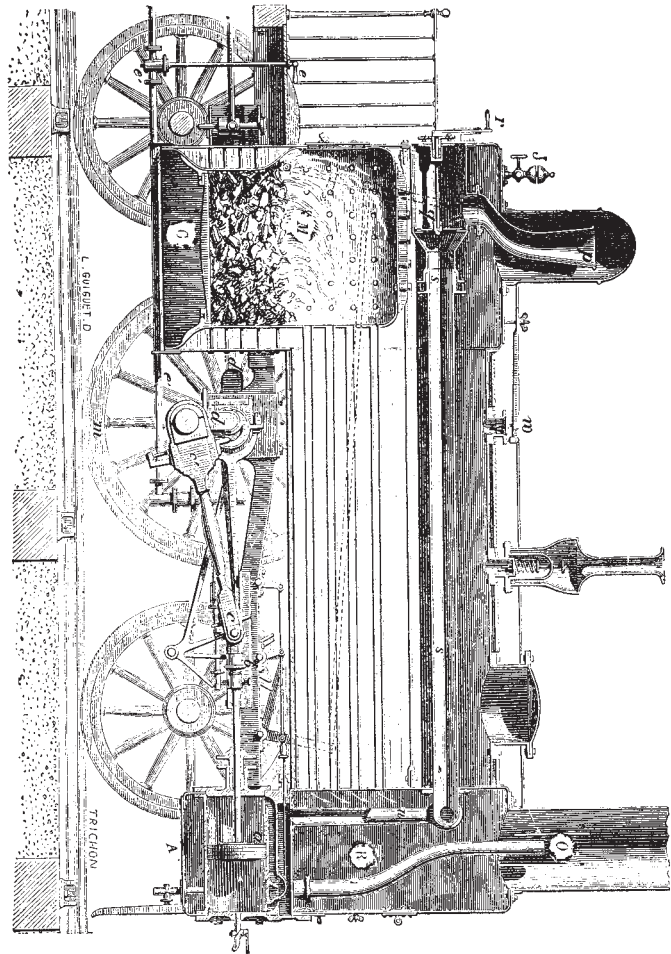
Sl. 148. Prerez parnoga kotla.

posao i izišla iz valjka parnog stroja, pustio je on, da udje u dimnjak. Kako para velikom silom izlazi, to ona povuče sa sobom zrak i prouzroči u dimnjaku silan propuh. Ovako je Stephenson usavršio svoju lokomotivu, te je ona kasnije služila kao uzor svim drugim. Kazali smo već, da su ovakove lokomotive prvi put rabile na željeznici Liverpool-manchesterskoj. Ova pruga bijaše početkom opredjeljena samo za prevoz robe. Nu na skoro počеше se na njoj i ljudi voziti, te je njezin promet sve više i više cvao. Postignuti uspjeh potaknu i druge zemlje, da grade željeznice, a za deset godina, t. j. od god. 1840. do 1850., razširila se je željeznica po svoj Englezkoj, Belgiji, Njemačkoj i Francuzkoj, a poslije i po čitavom ostalom svijetu. Sve više

i više se šire željezničke pruge, i svagdje promiču obrt i trgovinu. Može se reći, da je željeznica u novije doba isto tako promienila sve odnošaje ljudskoga života, kao je to učinilo tiskarstvo u petnaestom vijeku.

Ajde da se sada točnije upoznamo s lokomotivom. Mi znamo, da je to parostroj bez kondensatora, koji svojom snagom giblje ne samo sebe, nego vuče takodjer cijeli red kola, koja zajedno s lokomotivom zovemo željezničkim vlakom. Naša slika 149. nam liepo pokazuje ovaj stroj. Da ga razglobimo. *A* je valjak parostroja, u kojem para pomiče amo tamo čep *a*. Na ovom čepu je pričvršćena motka *b*, koja pomoću druge motke *cc'* i ručice *d* kreće kotač *m*. Ovakova sprava nalazi se i na drugoj strani lokomotive, tako da oba kotača svojim kretanjem pomiču cijeli stroj po tračnicah. Ostala četiri kotača lokomotive nekreće neposredno parostroj, već se oni kreću uslied gibanja srednjih kotača. Ognjište parostroja je *M*. Njegova dolnja strana zatvorena je rešetkom, kroz koju pada pepeo u prostor *C*. Parni kotao je valjkastoga oblika, on je tako velik, da zaprema veći dio lokomotive. Kroz njega idu željezne cievi, kojih ima jako mnogo, obično preko stotine. Kazali smo već, da su ove cievi ponajglavniji uzrok velikoj snagi lokomotive. Kroz nje udara plamen, te silno grije vodu parnoga kotla i tako razvija mnogo pare. Čim se pako više pare razvija, tim je jači njezin tlak na čep valjka *A*, tim veća je dakle snaga lokomotive. Dim i plinovi od vatre prolaze kroz spomenute željezne cievi i dopru u prostor *O*, od kuda izlaze dimnjakom *P* u zrak. Dim i plinovi, kako su sami vrući, ugriju još bolje željezne cievi, kroz koje prolaze, tako da voda, koja se na tisuć mjesta dotiče s ovimi cievimi, za kratko vrijeme zakipi i razvije mnogo pare. Na gornjoj strani parnoga kotla je ventil *w*, koji para sama otvori, kada se je toliko razvije, da bi kotao mogao eksplodirati. U parnom kotlu sakuplja se para ponajprije u uzvišenom prostoru *p* parnoga kotla, a istom od ovuda prolazi kroz ciev *qs* u valjak *A*, da ondje vrši svoju radnju.

Netrebamo spominjati, da su ovdje, kao kod svakoga parnoga stroja, pomicaljke, koje čas puštaju paru na jednu, čas na

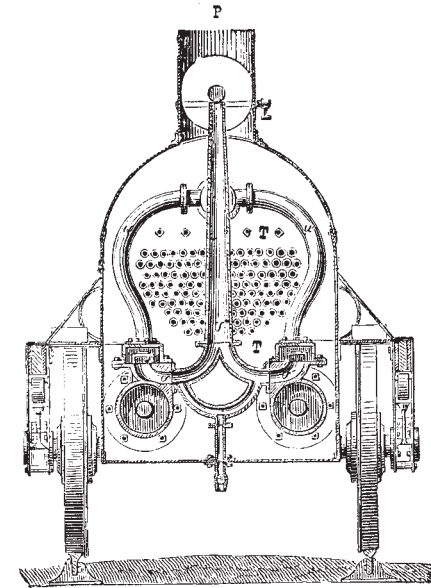


drugu stranu čepa. Pošto je para učinila svoj posao u valjku, t. j. pošto je porinula čep s jednog kraja valjka na drugi, pušta se van, kako to već biva kod parostroja bez kondensa-

tora. Ova para se nepušta jednostavno u zrak, kako to biva kod običnoga parostroja bez kondensatora, već ona mora prije toga još poslužiti k tomu, da poveća propuh u dimnjaku lokomotive. U tu svrhu pušta se ona kroz ciev *OR* u dimnjak, a odavde tek dolazi ona u zrak.

Svatko je ve već imao priliku motriti, kako kroz dimnjak lokomotive izlazi više puta biela para, a onda opet sivi dim, a najčešće pako oboje zajedno. Para, koja iziđe iz cievi *R*, iztisne zrak iz dimnjaka tako, da na drugoj strani, naime u ognjište mora novi doletiti. U ovoj jakoj struji zraka gori ugalj u ognjištu izvanredno brzo, te proizvaja vrućinu, koja je nuždna za grijanje vode u parnom kotlu.

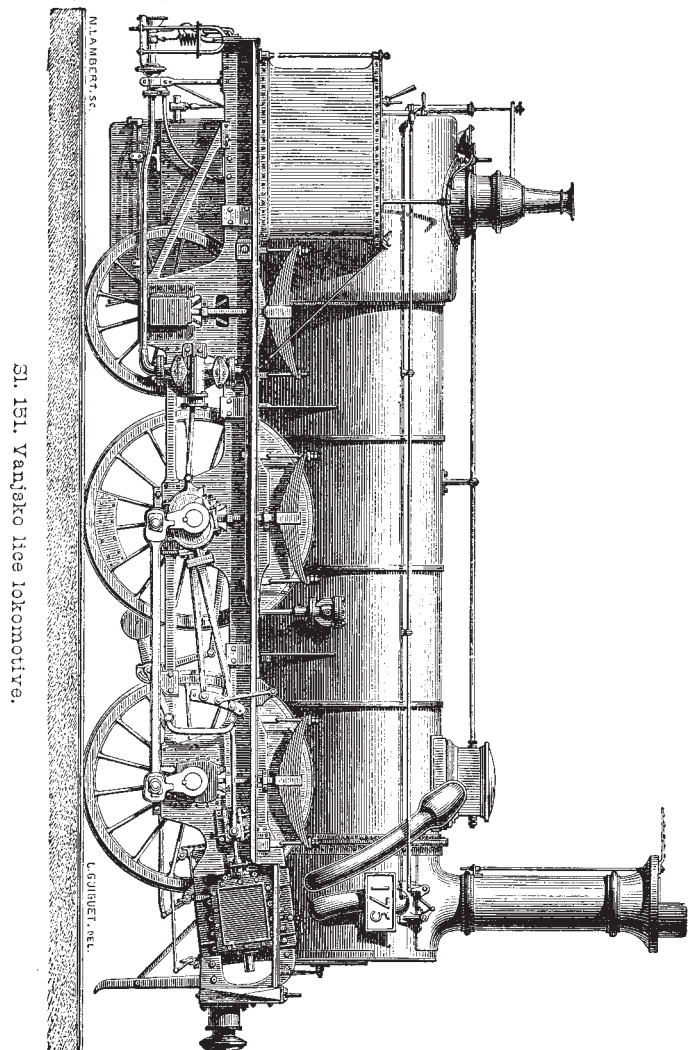
Slika 150. pokazuje nam prorez lokomotive s prednje strane. *TT* su otvori od cievih, koje idu kroz parni kotao. Zatim vidimo dvie cievi, kojima para izlazi iz valjka. Ove se združuju u jednu ciev, koja ulazi u dimnjak *P*, te ovdje tvore silan propuh. Kako već više puta rekosmo, naglasujemo i na ovom mjestu, ova Stephensonova ventilacija i Seguinove cievi u parnom kotlu podadoše lokomotivi onu izvanrednu snagu, kojoj se moramo diviti. S vanjske strane je parni kotao lokomotive obložen drvom, koje kao loš vodić topline, neda da se ona prebrzo gubi u zraku. Kako je lokomotivu izvana vidjeti, pokazuje nam slika 151.



Sl. 150. Lokomotiva, poprieko prorezana.



Lokomotiva je tako uređjena, da možemo njezinu brzinu po volji mienjati: treba samo više ili manje pare pustiti u

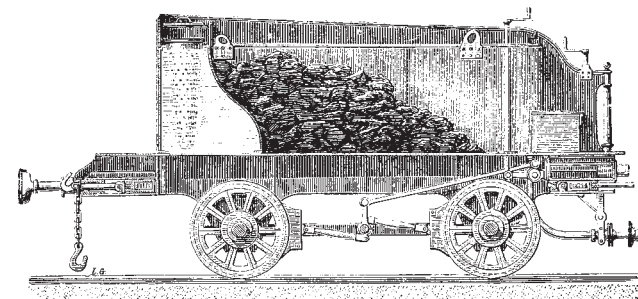


Sl. 151. Vanjsko lice lokomotive.

parni valjak. U to ime služi ventil, kojim vodja lokomotive sa svoga mjesta na zadnjoj strani lokomotive ravna prilaz

pare i udešuje brzinu vožnje. Znamo da lokomotiva može i natrag voziti, treba samo jednu polugu pritisnuti, a onda čep u parnom valjku promjeni smjer svoga gibanja, ide naime do sredine a od ovuda se okrene natrag. Dapače možemo izvesti, da čep sasvim stane. Onda će lokomotiva usljed uztrajnosti jedno vrieme napred ići, ali će onda i ona stati. Hoćemo li da prije stane, moramo zaporkama zaustaviti kretanje kotača.

Parni kotao lokomotive providjen je naravno kao i svaki ini kotao ventilom sigurnosti. Nadalje ima on spravu, koja pokazuje visinu vode u kotlu, a uz to i spravu, koja označuje jakost pare. Uza sve to ima na parnom kotlu lokomotive još

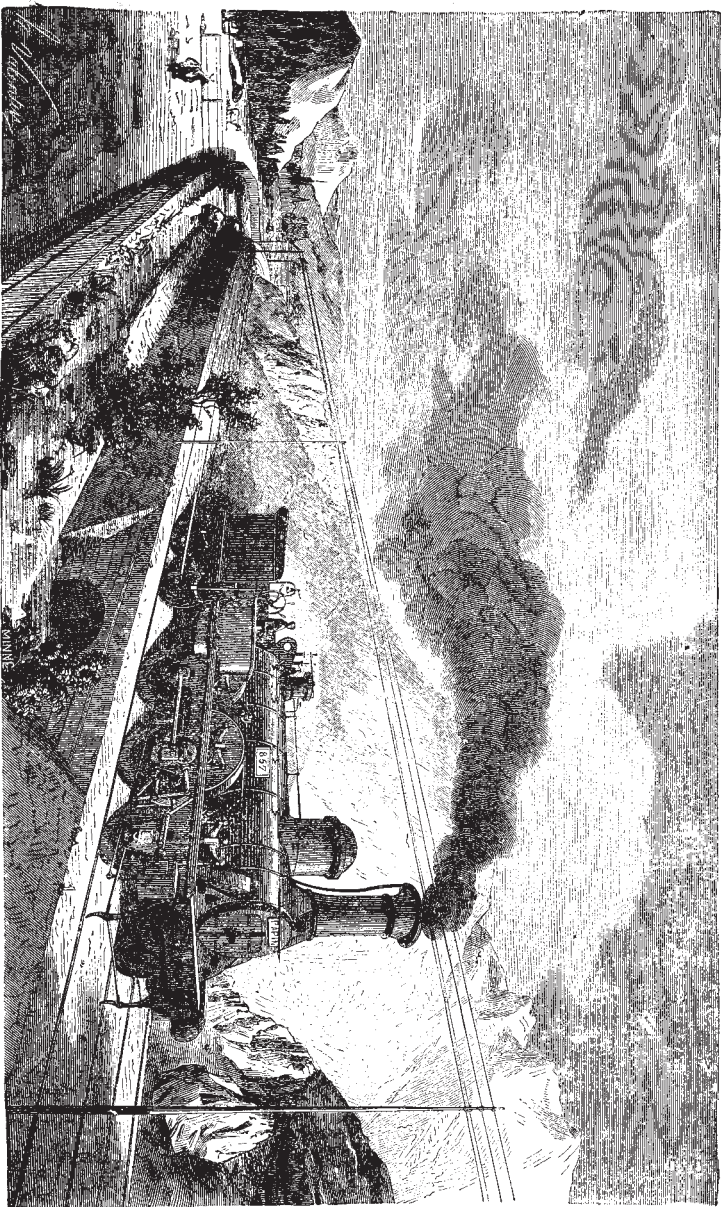


Sl. 152. Tender, po duljini prorezan.

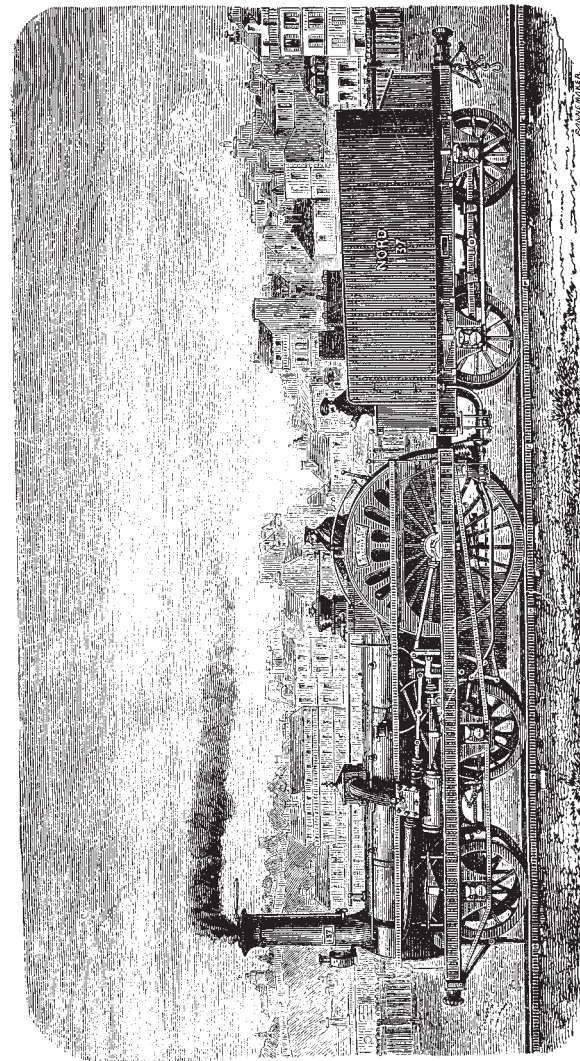
zviždalice, koja zazviždi, kada se kroz nju para pušta, da se tim znakovi dadu. Lokomotiva mora uvijek uza se imati vode, da se njom puni parni kotao i ugljena za gorivo. Jedno i drugo se vozi na posebnih kolih, koja sliede iza lokomotive; kola ta zovu tender (sl. 152.). Voda iz tendera može se posebnimi sisaljками, kada uztreba, neposredno povući u parni kotao. Sl. 153. predočuje nam lokomotivu sa tenderom.

Željeznički vlak sastoji osim lokomotive i tendera još od više kola, koja zovemo vagoni. Vagoni su međusobno spojeni kopčami i lancima, a ima ih dvije vrste; jedni su za osobe a drugi za robu. Po tom kakovi su vagoni u vlaku spojeni, zovemo ga osobnim, teretnim ili pako mješovitim vlakom;

Sl. 153. Lokomotiva sa tenderom.



Prema tomu ima takodjer lokomotiva za osobne, teretne i

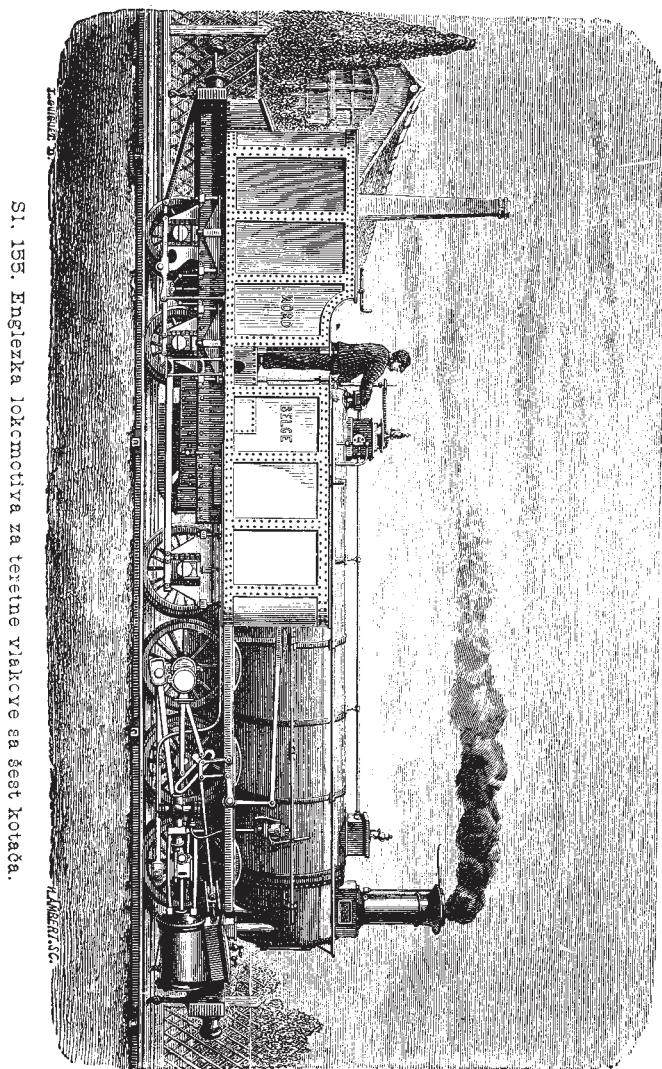


Sl. 154. Cramptonova lokomotiva sa tenderom za brze vlakove.

mješovite vlakove. Osobni vlakovi, a osobito brzi vlakovi moraju se gibati brzinom od 40—60 pače i do 100 kilome-



tara u jednom satu. Lokomotiva kod ovakovog vlaka ima



Sl. 155. Engleska lokomotiva za teretne vagonce sa šest kotača.

velike glavne kotače (promjer 2 do 3 metra), koji nisu napose spojeni s ostalimi kotači, kako ćemo to viditi kod te-

retnih vlakova. Parni valjak je kod njih jako kratak, tako da čep jako brzo amo tamo ide. Osobito je cijenjena lokomotiva te vrsti, kako ju je uredio Crampton (sl. 154.). Ona ide silnom brzinom, te s toga služi u Francuzkoj kod brzih vlakova. Lokomotive, koje su određene da vuku vagonce s robom, dakle teretne vlakove, imaju mnogo manje kotače a parni valjci su im duži. Uz to su njeni glavni kotači spojeni pomoću posebnih motka s ostalimi kotači, tako da para ne-

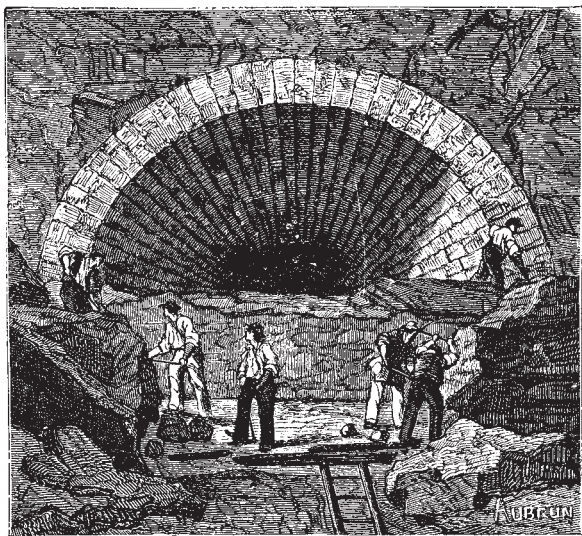


Sl. 156. Tunel, privremeno poduprt stupovi i gredami.

posredno sve kotače giblje. Znamo, da kod ostalih lokomotiva svi kotači nisu u savezu, već se samo zato giblju, što se miče i lokomotiva. Pomenutim ustrojstvom izgubiše teretne lokomotive nešto brzine, ali dobiše zato veću snagu. One neprovaljuju nikada više od 30 kilometara u jednom satu, ali zato vuku do 45 vagona od kojih svaki važe 10 tonna, t. j. 1000 kilograma. Kao tip ovakove lokomotive predložujemo onu, što ju je priredio austrijski mjernik Engerth (sl. 155.). Iz slike



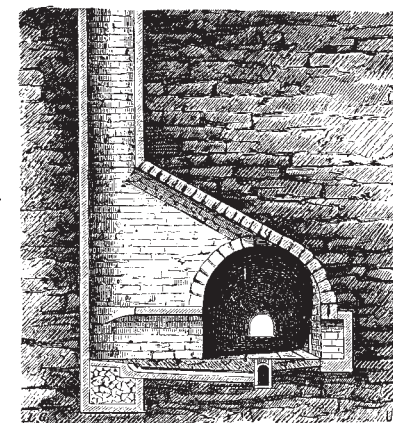
vidimo još i to, da je na Engerthovoj lokomotivi tender spojen zajedno sa lokomotivom, da jedno i drugo tvori jednu cjelinu, jedna kola. Već iz naravi same stvari sliedi da lokomotive mješovitih vlakova stoje nekako u sredini medju opisane dvie skrajnosti. Njihova brzina je 35—50 kilometara u jednom satu, one vuku obično 20—25 vagona. Sila lokomotive se obično tako priređuje, da ona može vući za 200 do 300 konja.



Sl. 157. Podzidavanje tunela.

Velik je posao, dok se željeznici priredi put, kojim će ona ići. Tu treba praviti nasipe, rovati kroz goru, graditi mostove preko rieka i ponora. Tko je imao zgode motriti gradnju koje željezničke pruge, mogao se je osvjedočiti koliko je pri tom ogromna, koliko raznovrstna posla. Prije nego što radnik svojim nogom stupi na put, koji se ima izgraditi, mora da se obavi silan posao, koji mjesece i godine traje. Vješti i izkusni mjerneci prolaze i proučavaju okolicu na sve strane. Kada je cela okolica proučena, izmjerena brda i doline, rieke i potoci, onda

se tek snuje, kako i kojim putem bi valjalo željeznici put sagraditi. S jedne strane valja paziti, da bude željeznica što kraća i jeftinija, a s druge strane valja opet izbjegavati razne zapreke na putu. Kada je sve to obavljeno, nariše se točan plan za željezničku prugu, a onda tek dodje radnik motikom i koli, da izvede ono, što je mjernik zasnovao. Zemlja se izjednačuje, da put bude što ravniji. Na jednom mjestu se odkapa zemlja, jarci se izkapaju, a na drugih mjestih se opet zemlja navaža i nasiplje. No to sve ide još lahko, ali evo na jednom stala željeznici na put užasna gora. Duga je, široka je, tko bi ju obašao! Valja ju dakle provrtati, probušiti, pa načiniti prorov, tunel. Udaraju kladivci, dlieta zveče, dinamit kida i krši, pa je tunel gotov. Ako je gora od mehke zemlje sagradjena, stotine je tu nepritilika. Ali i te se svladaju. Tunel se ponajprije podupire stupovi i gredami (sl. 156.), jer se zemlja ruši, pa bi zasula tunel. Ali grede te slaba su podpora; one se samo privremeno grade, a naskoro ih mora zamjeniti čvrst kamenit zid (sl. 157.), koji neće popustiti pod pritiskom cele gore. Gdje se je u gori tvrd kamen složio, tamo ga valja samo izlomiti i iztesati, a netreba ga podzidjivati, on će sam čuvati prorov, da se nesruši.

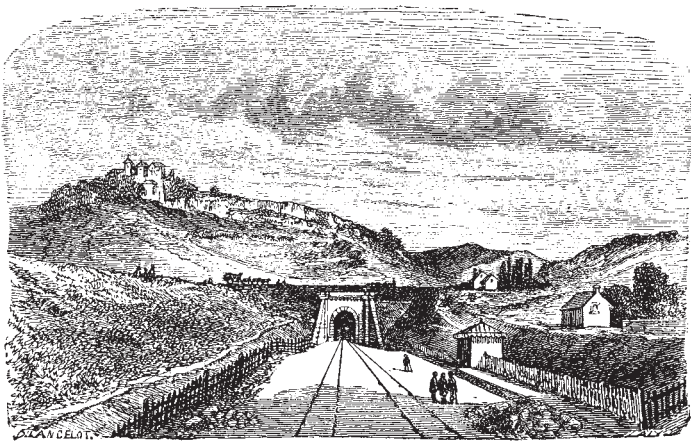


Sl. 156. Prorez tunela sa odušnom cievju.

Ako je tunel nešto duži, pomanjkalo bi zraka u njem, s toga valja iz tunela prokopati gore u vis cievi, kroz koje će moći u tunel od zgora ulaziti zrak. Naša slika (sl. 158.) prikazuje nam prorez tunela, na mjestu, gdje se nalazi takova odušna ciev. Sliedeća slika (sl. 159.) nam pokazuje ulaz u jedan od najdužih tunela u Francuzkoj, i to u tunel de Blaisy na željeznici, koja

spaja Pariz sa Lyonom. Ovaj tunel je dug 4100 metara, širok je 8 metara a visok  $7\frac{1}{2}$  metara. Na nekim mjestih stoji 200 metara duboko pod površjem gore, kroz koju prolazi. Trebalo je 3 godine i 4 mjeseca, dok je ovaj silni tunel bio gotov, te je stajala njegova gradnja 10 milijuna franaka.

Najdulji tunel na svijetu je onaj kroz goru sv. Gothard, što ga dogotoviše u ožujku god. 1880., i koji je dug 14.920 metara. Iza njega dolazi tunel kroz Mont Cenis, dogotovljen god. 1871. poslije dvanaestgodišnje radnje. On je 12.230 metara dug.

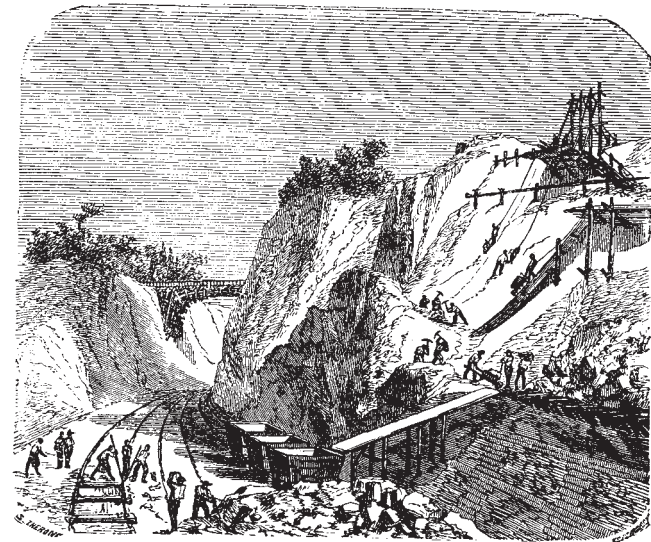


Sl. 159. Ulaz u tunel de Blaisy, na željeznici izmed Pariza i Lyona.

Trebalo je tu izvanrednih sredstva, da se sagrađe ovi orijaški tuneli. Za rovanje gore stvorili su posebne strojeve, koje je tjerao zgušćeni zrak. Parostroji se nemogu rabiti pri takovih radnjah, jer svojim dimom i parom pokvare u tunelu zrak, tako da nemogu u njem radnici raditi.

Kada gora, koja je na putu željezničkoj pruzi, nije previsoka, onda se negradi kroz nju tunel, već se napravi prosjek kroz goru. Ovdje treba doduše veliku množinu zemlje i kamenja izkopati i odlomiti, te odvesti na drugo mjesto, ali

ipak ide ovakov posao brže od ruke, jer se neradi u utrobi gore, već na prostom zraku. Naša slika (sl. 160.) pokazuje nam takav prosjek. Jedan od najvećih prosjeka u Francuzkoj je onaj de la Loupe. Dug je 4 kilometra, te je na najviših mjestih 16 metara visok. Zemlje je trebalo odstraniti jedan milijun i sto tisuća kubičnih metara. Isto tako veliki su prosjeci u Njemačkoj Gadelbach, medju Ulmom i Augsburgom, te u Englezkoj Tring, medju Londonom i Birminghamom, koji je dug 4 kilometra.

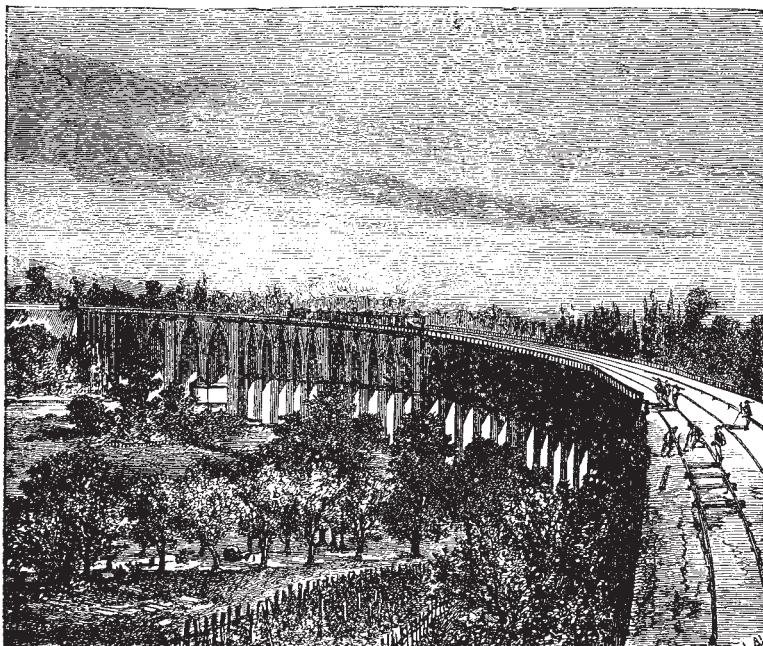


Sl. 160. Željeznički prosjek.

Gdje je velika strmina, a ipak su odnošaji takovi, da se nemože prokopati brieg, da se napravi prosjek ili tunel, tu si je čovjek pomogao na drugi način. Tako je na željeznici Düsseldorf-elberfeldskoj na vrhu briega jak parostroj, koji vuče na lancu cieti vlak gori do vrha, pa ga onda lagano na drugu stranu spušta. Što nebi izumio ljudski um, da ukloni zapreke, koje narav stavlja njegovomu radu?



Kao što se moraju za željeznički put visočine izsjeći, isto tako valja za prenizko tlo graditi nasipe, te po njih položiti željezničke tračnice. Rieke i duboke doline valja preći mostovi i viadukti. Gorostasne su to gradnje, što ih rad toga mjestimice izvedoše. Viadukti i mostovi moraju da budu čvrsti i uztrajni, jer imaju silan teret podneti. Zato ih i grade od

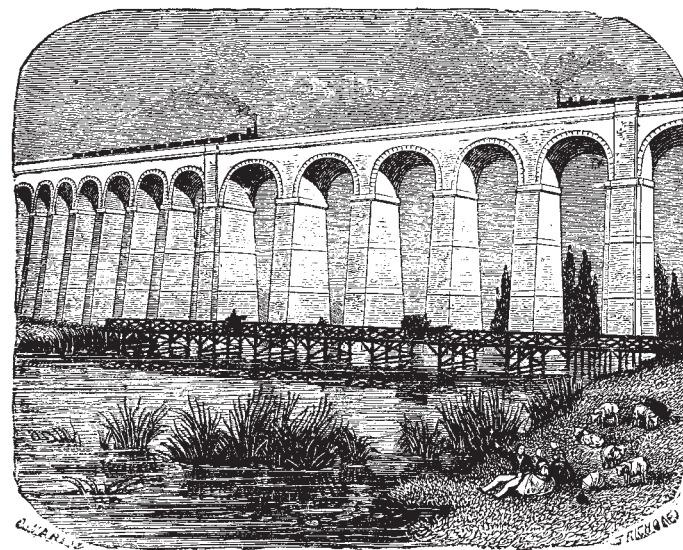


Sl. 161. Viadukt kod Nogent-sur-Marne.

tvrdi kamena i željeza. Ovi su često remek djelo u graditeljstvu, kojim se putnici dosta nadiviti nemogu. Naše dvije slike (sl. 161. i 162.), što ih ovdje donosimo, predočuju nam dva viadukta iz Francuzke. Prvi je kod Nogent-sur-Marne, nedaleko od Pariza; on se zakrivljuje u duljinu od 700 metara, a visok je do 50 metara. Drugi viadukt, koji prelazi Indru, između

Toursa i Montsa, ima 50 krasnih svodova; dug je 750 metara a diže se nad dolinom na 22 metra visoko.

Ima takodjer slučajeva, da se cijeli željeznički vlakovi prevažaju brodom preko vode. Ovakov prevoz je na Bodenskom jezeru. Željeznica dodje do mjesta Lindau na jezeru; ovdje se cijeli željeznički vlak ukrca na u tu svrhu priredjen parobrod i odveze se do mjesta Rorschach na istom jezeru, od ovuda

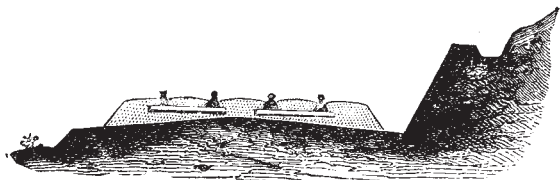


Sl. 162. Viadukt preko Indre.

ide vlak kopnom dalje. Takav prevoz ima u Hrvatskoj željeznička pruga, koja ide iz Osieka u Segedin. Željeznica dolazi od Erduta do Dunava, gdje ju onda na brodu prevezu na ugarsku stranu prama Gombošu. U našoj monarkiji znamenita je semerinžka željeznica svojim umjetnim gradnjama, tuneli i viadukti a u Hrvatskoj je u tom pogledu poznata pruga između Karlovca i Rieke, koja obiluje nasipi te tuneli i prosjeci, izklesanimi u tvrdi kamen našega Krasa.

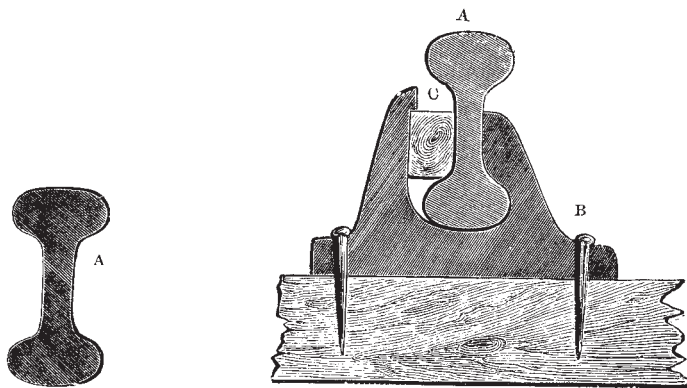


Kada je željeznička pruga izravnana, kada su gotovi mostovi i viadukti preko rieka i dolova, kada su prorovani prosjeci i probušeni tuneli, onda se ona dalje priredjuje. Onda se naspe sitnim šljunkom i pieskom i to zato, da površje pruge propušta



Sl. 163. Popriečan prorez nasutog željezničkog puta.

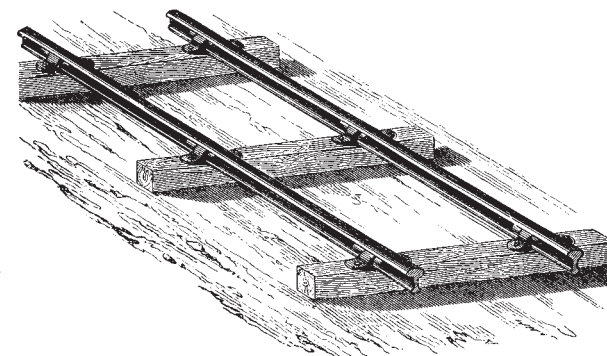
lahko vodu, da nebude zemlja vlažna, u koju se moraju položiti željezničke tračnice. U složeni piesak ili šljunak polažu se sada na put poprieko drvene grede ili traverse, da se na njih učvrste željezne tračnice. Slika 163. predočuje nam poprieko prorezan željeznički put. Mi vidimo tu, kako



Sl. 164. Prorez dvoglavne tračnice, kako je učvršćena na gredu.

u nabacanom piesku leže drvene grede. Grede imadu putu dati njeku stalnost i čvrstoću, a najglavnija njihova zadaća leži u tom, da se na nje nepomično učvrste tračnice, pa da jedna tračnica od druge ostane uvijek jednako udaljena, da se dakle

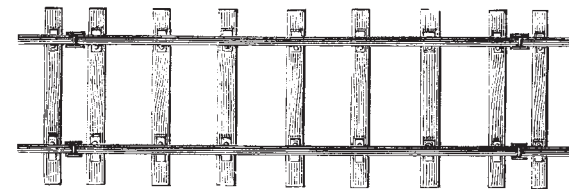
jedna spram drugoj nepomiče. Tračnice same (sl. 164.) su od željeza, no pošto se na mjestih, gdje je živahan promet, ovakove tračnice skoro izgledju, to ih stadoše u novije doba već praviti i od čelika. Oblik im je razan; praktičan je ovaj što ga poka-



Sl. 165. Pogled sa strane na željezničke tračnice i grede.

zuje naša slika. Ovakova tračnica A je na obje strane jednaka. Kada se jedna strana izgledje, treba ju samo okrenuti, pa opet može ista tračnica i dalje služiti. Ista slika pokazuje nam također kako se ovakova tračnica pričvršćuje na traversi B i sa komadom drva C osigura, da se nemakne.

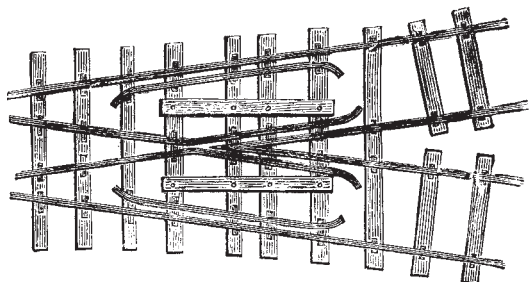
Sljedeće dvie slike (sl. 165. i 166.) pokazuju komad željezničke pruge s tračnicama i gredami. Željeznička pruga



Sl. 166. Pogled ozgo na željezničke tračnice i grede.

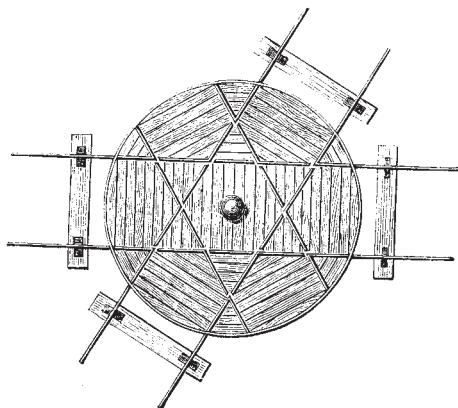
providjena je obično jednim ili sa dva reda tračnica, koji teku uzporedno jedan uz drugi. Na kolodvorih pako križaju se tračnice na sve strane. Na velikih kolodvorih opažamo cijelu mrežu tračnica. Tu treba cijele vlakove sastavljati i razmetavati, jedne

vagone treba ovamo povući, druge onamo, a lokomotivam valja davati razni smier. Ovdje se često događa, da se dva reda tračnica križaju, a ova križanja moraju biti tako uređjena, da se izključi svaka pogibelj, da bi vlak sašao sa tračnica.



Sl. 167. Uredba za križanje pruga.

Često treba, da vlak predje s jedne željezničke pruge na drugu, tomu treba posebnih sprema. Sjeku li se te dvie pruge pod jako šiljastim kutom (sl. 167.), to se na takvih mjestih uzimlju gibke tračnice, koje možemo polugama primaknuti ili

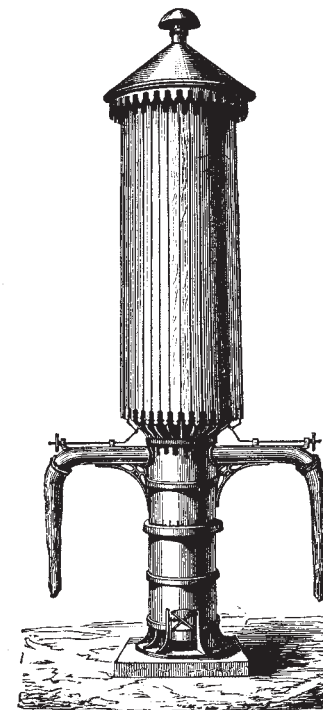


Sl. 168. Ploča za prenašanje lokomotive i vagona na druge pruge.

odmaknuti od pruge. Ljudi, koji obavljaju ovo mienjanje pruga imaju veliku odgovornost i mnoga se je već nesreća dogodila usljed toga, što je dotičnik složio tračnice tako, da je vlak zašao na krivu prugu, te se tamo sukobio s drugim vlakom.

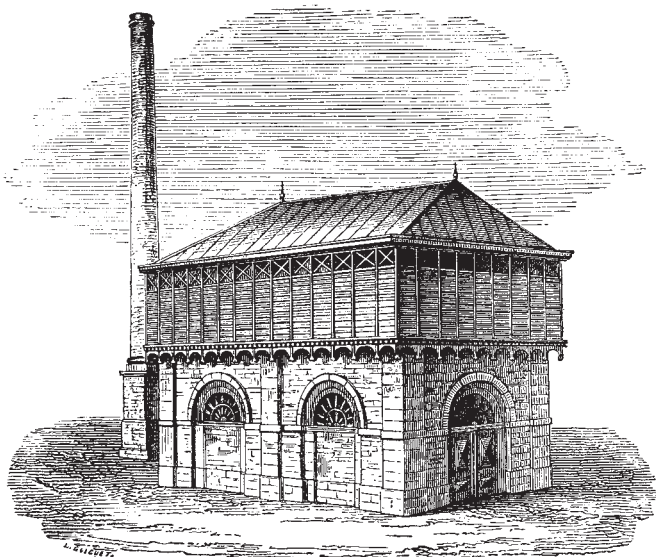
Hoćemo li lokomotivu ili pojedine vagone prenjeti s jedne pruge na drugu, rabimo velike okrugle ploče, koje se mogu kretati. Na njih leže komadi tračnica, koje možemo kretanjem ploče staviti tako, da budu upravo nastavak željezničke pruge. Jednom prugom dovedemo lokomotivu na ploču, onda ju krećemo, dok njezini komadi tračnica pristanu uz onu prugu, na koju hoćemo lokomotivu prenjeti (sl. 168.). Ogledamo li se po kojem kolodvoru, to ćemo zamjetiti sve opisane sprave, koje služe da se željeznički vagoni i lokomotiva premjeste s jedne pruge na drugu.

Na kolodvoru ima nadalje spremā iz kojih se u tendere nalieva potrebna voda. Ove spreme imaju obično oblik, kako ga pokazuje naša slika 169. Na stupu je limena posuda puna vode. Kada otvorimo zaklopac, teći će kroz ciev voda u tender, koji stoji pod cievju. Obično je pod posudom u toj spravi i ognjište, da se može u slučaju potrebe voda ugrijati, tako da se odmah topla voda može uvadjeti u kotao parnoga stroja. U velikih postajah, gdje dolaze, prolaze i odlaze neprestano vlakovi, kojim valja parne kotlove i tendere puniti vodom, nebi ovako male posude za vodu, kao što je opisana, dostale. Tu se grade u tu svrhu ciele kuće (sl. 170.) na dva odiela. U prvom katu je ogroman basin za vodu, dočim je u prizemlju parostroj, koji sisaljками diže vodu iz kojega zdenca u basin.



Sl. 169. Posude sa vodom za punjenje parnoga kotla.

Kod željeznice mora služba biti osobito točna i svaki ma i zadnji službenik ima veliku odgovornost za život tolikih ljudi i za sigurnost robe. S toga treba neizmijerna pazljivost danju i noći, da se nedogodi kakova nesreća. Tu pazljivost osobito podupiru signali. Njimi se javljaju viesti, javljaju zapoviedi. Oni imaju upozoriti voditelja vlaka, da je na putu sve u redu ili da mu nije ići napred, da mu je čekati; ovi do- glašuju dolazak i odlazak vlaka i sto drugih stvari. Signala

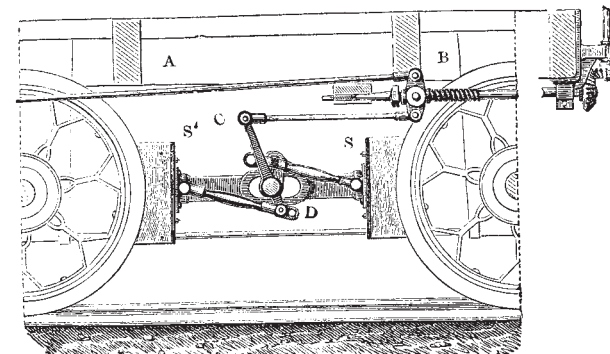


Sl. 170. Spremište vode.

ima dvie vrsti. Jedni su za uho, kao n. pr. fućkanje, zvonjenje, a drugi su za oko, kao što su barjaci razne boje, svieće i drugi znakovi, koje ćemo u kratko opisati. Znakovi za oko su drugčiji po danu, a drugčiji po noći. Noćni znakovi sastoje obično od svjetiljkâ razne boje. Napokon ima veliku ulogu kod željeznice i telegraf, kojim se javljaju viesti iz jedne postaje u drugu.

Najveću odgovornost na željezničkom vlaku ima voditelj vlaka. On mora neprestano paziti na sve. On ima posebne

signale, kojimi javlja podčinjenom si osoblju, da pazi, da zaporami zaustavlja vlak, da polaganije ide ili da sasvim stane. Kako se zapiru kotači na vlaku, lahko ćemo razumjeti, ako pogledamo sliku 171. Kada se vijkom *A* motka kod *B* povuče na desno, onda se prut *CD* ustoboči i raztjera na jednu i na drugu stranu komade *S* i *S'*, koji onda pritisnu na kotače tako, da se oni onda stanu polaganije okretati i vlak zaustavljati. Valja nam se sada još upoznati raznimi vrsti signala, jerbo je upravo njihova najveća zasluga, što nisu nesreće na željeznicah mnogo češće. Tko se je vozio željeznicom, vidio je uz prugu od vremena do vremena čuvarsku kućicu a pred njom čovjeka, koji drži

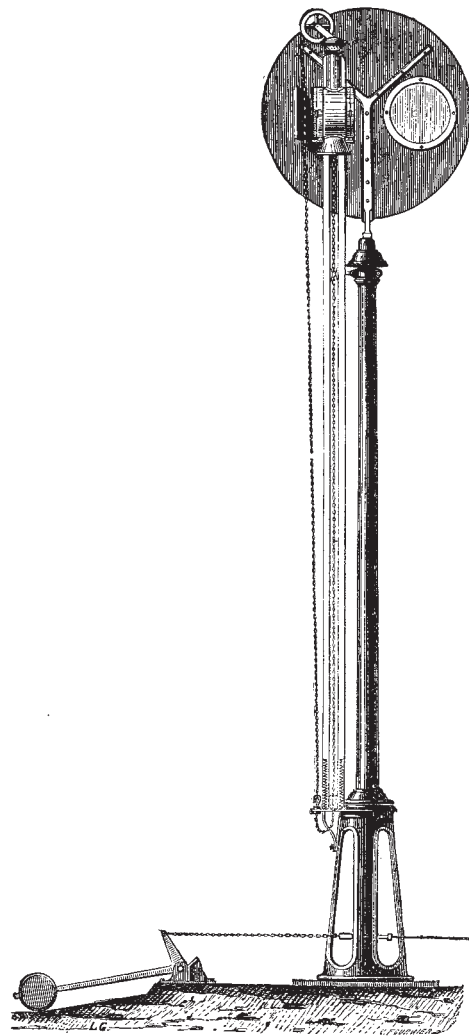


Sl. 171. Zaporke za kotače na željezničkom vlaku.

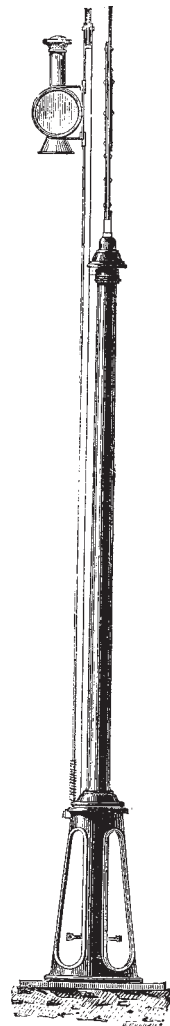
na štapu okruglu crvenu ploču. On tim daje znak voditelju lokomotive, da je obišao njegovoj pazki povjereni komad pruge, te da je našao sve u redu. Nigdje nisu tračnice prekinute, nigdje nisu zapremljene kamenjem ili čim drugim, što bi moglo zaustaviti vlak, te tim prouzročiti nesreću. Pruga je u redu, vlak može proći.

Izim ovih signala ima i drugih stalnih na željezničkoj pruzi. Po prilici 800 metara odaljeno od postaje vidit ćemo kraj pruge visoki stup a na njem okruglu ploču. Ova ploča je od lima, te je na jednoj strani crveno obojadisana. Ako crvena strana te ploče stoji upravo prema dolazećemu vlaku, t. j. okomito prema pruzi, to je znak, da je nastala neka zapreka, te da vlak mora stati. Ako je obratno okrugla ploča istosmjerna





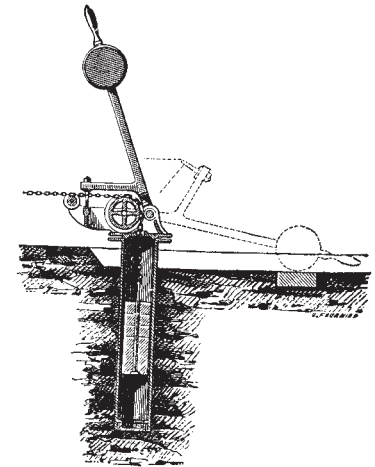
Sl. 172. Signalna ploča okrenuta prema dolazećem vlaku.



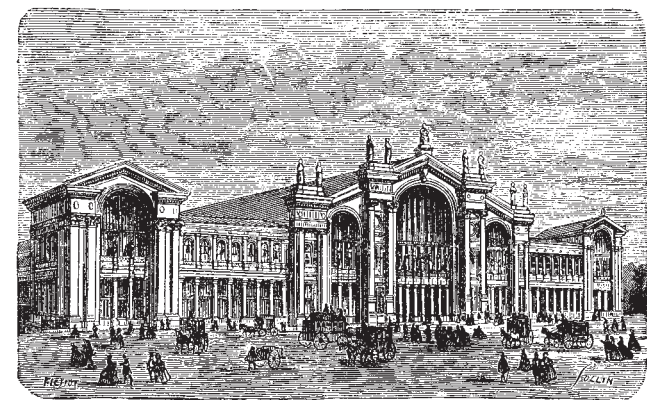
Sl. 173. Signalna ploča istosmjerna prema pruzi.

prema pruzi, to vlak može proći. Naše dvie slike (sl. 172. i 173.) pokazuju nam oba položaja ploče. Ovo su danji signali.

Po noći služe svjetiljke, koje na slici vidimo. Spomenuta ploča ima okrugao otvor, pokrit crvenim staklom. Iza stakla je svjetiljka. Ako stoji ploča okomito prema pruzi, t. j. daje li znak, da vlak stane, to će dotični vlakovodja viditi kroz crveno staklo crven plamen, a taj mu kaže, neka vlak stane. Ako je ploča obratno u drugom položaju, koji označuje da je pruga u redu, t. j. ako je ploča istosmjerna pruzi, to će vlakovodja viditi obični plamen svjetiljke, a ovo mu je znak, da može dalje ići. Da se iz postaje može po volji okrenuti signalna ploča, protegnuta je duž pruge žica preko malih kolotura na stupčičih. U postaji je poluga, pomoćju koje možemo tu žicu pritegnuti i pustiti, a tim okrećemo i signalnu ploču, s kojom je ta žica u savezu (sl. 174.).



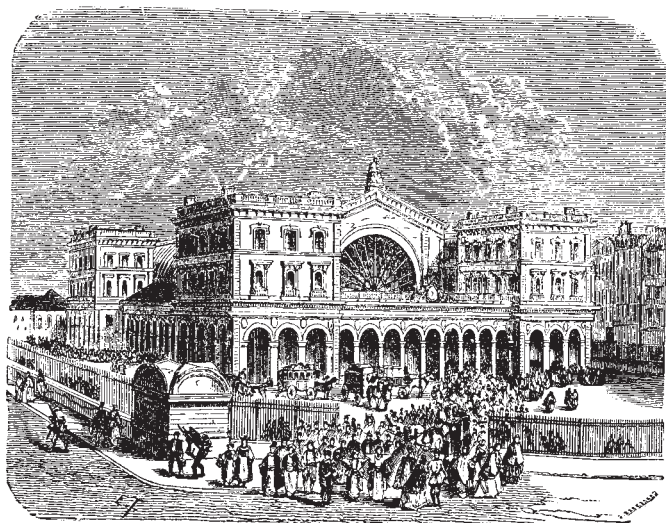
Sl. 174 Sprava za kretanje signalne ploče.



Sl. 175. Kolodvor sjeverne željeznice u Parizu.

Željeznice djelovahu i na razvoj arhitekture naše dobe. Kolodvori i druge gradnje duž željezničke pruge građene su nekim posebnim slogom, koji je proizvod koli veoma napredne znanosti naših dneva toli i težnje za lepim i ukusnim. Željezničke sgrade treba da su prostrane, da nesmetaju prometu; one moraju da budu suhe i zračne, da udovolje zdravstvenim obzirom, a uza sve to treba da su udobno uređjene.

Karakteristika im je, da je željezo zamjenilo kod njih drvene grede i kamene svodove, a upravo ovo im podaje po-

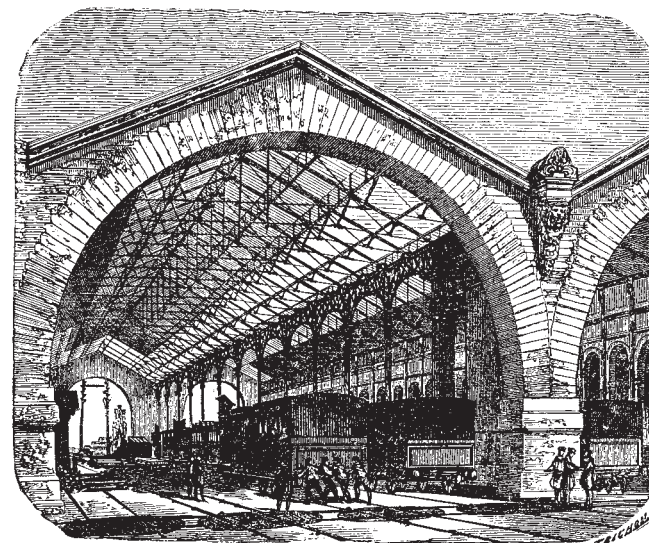


Sl. 176. Kolodvor istočne željeznice u Parizu.

seban oblik, jer različan materijal dovadja sam po sebi poseban način gradnje. U našoj monarkiji osobito se ponosi Beč krasnim gradnjama te vrsti. U vanjskom svijetu odlikuje se i u tom obziru osobito francuzki glavni grad. Njegovi kolodvori su monumentalni a uz to graciozni. S toga će nam, da uvidimo spomenuti željeznički graditeljstveni stil, osobito dobro poslužiti slike, prikazujuće nam pariške kolodvore (sl. 175., 176., 177. i 178.).

Ogromni razvitak željeznica najbolje ćemo prikazati njekim statističkim podatci. U 45 godina, t. j. od god. 1830. do 1875. sagradjeno je oko 294.400 kilomet. željezničke pruge. Da tu prugu ravno vodimo oko naše zemlje, obavili bi ju više nego tri puta. Od tih 294.400 kilometara željeznice dolazi na Europu 143.039 km., na Ameriku 133.552 km., na Asiju 12.302 km., na Australiju 3.079 km., najmanje na Afriku, naime 2.432 km.

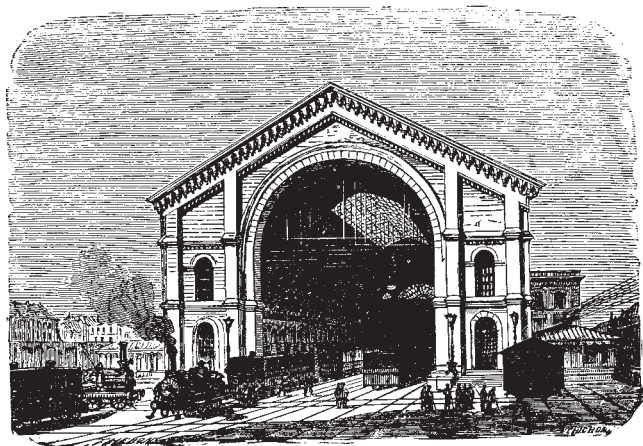
Cieni se, da je za gradnju svih ovih željeznica potrošeno do god. 1875. do 35.000 milijuna forintâ, a ukupni prihod na



Sl. 177. Nutrnjost zapadnog kolodvora u Parizu.

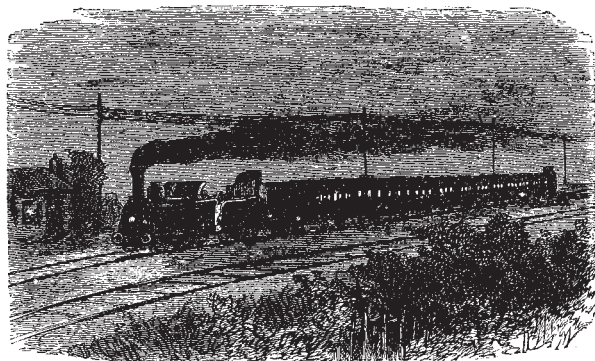
svih željeznica iste godine računa se na 36.000 milijuna for., potrošak na 22.000 milijuna, tako da ostane čista dobitka oko 14.000 milijuna forintih.

Na cijeloj zemlji bilo je g. 1875. u prometu 62.000 lokomotiva, 112.000 vagona za osobe i 1,465.000 teretnih vagona. Na ovih kolih vozilo se je u jednoj godini 1.550 milijuna osoba i 16.130 milijuna centi robe. Odsjekom vozi se dakle na dan željeznicom do 4 milijuna ljudi i 44 milijuna centi robe. Ovo



Sl. 178. Nutrnjost istočnog kolodvora u Parizu.

su ogromni brojevi, koji nam posvjedočuju, da su se željeznice podigle do nenadane visine i to u roku od jedno 50 godina.



Sl. 179. Željeznički vlak.

Neprestano se dalje šire željezničke pruge; i u pustare i kroz gore svagdje se grade te žile kucavice modernoga prometa, te jure širom bieloga svijeta sad veći sad manji željeznički vlakovi. (Sl. 179.)

## P a r o b r o d.

*Denis Papin. — Robert Fulton. — Great-Eastern — Parobrodi na kolesa i na vijak. — Parni stroj i kotao. — Brodovi na reakciju. — Brodovi na američanskih riekah.*

Za veliki svietski promet bilo je brodarstvo od uvijek od najveće važnosti. U brodarstvu ležala je snaga i bogatstvo mnogih naroda, a ipak je bilo ono sve do malo prije tako jednostavno i primitivno. I najsavršeniji brodovi moradoše se često pokoriti vjetru i toku vode. Na tih svojih brodovih osjećao se je čovjek tako malim i slabašnim, da se nije usudio ni pomisliti, da bi mogao ikada svladati vjetrove i tok vode, pa da leti, kamo ga srdce vuče. I kada već odkriše ljudi moćnu silu, koja bi mogla brodom ravnati, bijahu mornari još uvijek i još dugo slabo skloni, da povjeruju, da bi mogao čovjek ma ičim vladati nad uzburkanim morem. Pa kakva sila još to bijaše! Voda sama da prkosi uzburkanom moru! Jest, u vodi, u njenoj pari našao je čovjek silna takmaca. I prvi, koji je izmislio parostroj, pomislio je odmah, kako bi njim brod upravljao. Bio je to Denis Papin (sl. 180.), pa što je izmislio, to je i izveo. God. 1707. bio mu je brod već gotov. Na brodu bila su dva velika kotača sa lopatami, a kretati ih je imao parni stroj. Zaputio se Papin iz grada Kassela na riei Fuldi, da predje u Vezeru, pa da zaplovi morem do Englezke, gdje je želio svoj izum pokazati. No brodari na Vezeri pobojaše se, da će im novi brod kvariti posao, pa ga razbiše na veliku žalost Papina (sl. 181.). Malo zatim umre sam Papin, a s njim propade i njegov izum. Istom poslije sto godina počelo se je opet raditi o tom, da se parostroj, kako ga je Watt izumio, upo-



trebi za plovidbu, pošto se je već prije uvidilo, da Newcomenov stroj nije za taj posao prikladan. Spominjemo iz te dobe pokuse marquisa de Jouffroy u Francuzkoj, Johna Fitcha i Jamesa Rumseya u Americi, te Patricka Millera u Škotskoj. Parostroj na brodu Patricka Millera imao je dva valjka,

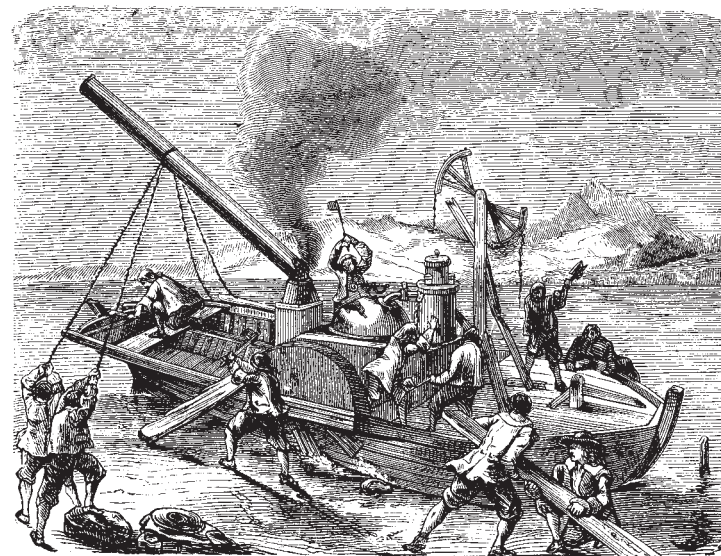


Sl. 180. Denis Papin.

koji su željeznimi lancima okretali dva kotača s lopatama. No nijedan od ovih pokusa nije uspio.

Istom Robertu Fultonu podje za rukom, da izvede ono, što njegovi predšastnici nemogoše učiniti. (Sl. 182.). Robert Fulton, rođen u državi Pensilvaniji u sjevernoj Americi, bio je sin siromašne irske obitelji, te se je iz početka bavio slikarstvom. God. 1786. dodje on u Francuzku, gdje je napustio

slikarstvo, te se je sasvim posvetio tehničkim znanostim, za kojima ga je srđce vuklo. On je pomno proučio razloge, radi kojih nije nitko mogao uspjeti u tom, da parostroj upotrebi za plovidbu. Amerikanski poslanik na francuzkom dvoru, Liwingstone, dobavio mu je sredstva, da može sagraditi maleni parobrod prema svojoj namisli. U augustu god. 1803. održa njegov brod sretno prvi pokus na rieci Seini kod Pariza. Na nesreću bili su u to doba Francuzi upravo ratom s Englezkom tako za-



Sl. 181. Brodari na Vezeri razbijaju Papinov brod.

bavljani, da se nije nitko zanimao za Fultonove pokuse. Isti car Napoleon I., komu ponudi Fulton, da će mu sagraditi parnu flotu, s kojom će moći uspješno napasti Engleze, proglasi njegov izum pukom sljeparijom.

Vidiv Fulton, da u Francuzkoj necvate za njega sreća, vrati se u svoju domovinu, da ovdje opetuje svoj pokus. U tu svrhu sagradi dosta velik parobrod, komu nadjene ime „Clermont“ (sl. 183.). Ni njegovi zemljaci nisu marili za njegov

brod, dapače se rugahu Fultonu, nazivajuć njegov brod „Fultonovom ludorijom“. Grohotan smjeh ga je pratio, kada je sjeo u svoj brod, a do vrška dospje ruganje, kada mu je brod iza kratka puta na jednom stao. Bilo se je nešto poremetilo na parostroju. Fulton to brzo izpravi, i veselo zaplovi „Clermont“ u Hudson. Sada se za čas preobrati ruganje svjetine u oduševljeno klicanje.

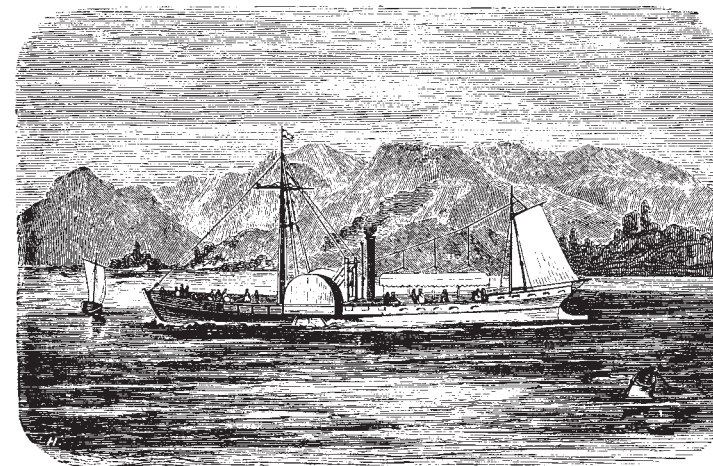


Sl. 182. Robert Fulton.

Fulton sam pripovieda o toj zgodi sljedeće: „Kada sam gradio prvi parobrod u New-Yorku, svjetina je gledala moj izum stranom ravnodušno, stranom prezirno. Moji prijatelji me gledahu nekako čudnovato, kao da se boje, da sam poludio. Slušahu doduše mirno moja razlaganja, ali im se je na licu vidilo, da nevjeruju. Iduć za vrijeme gradnje svaki dan do svojega broda, imao sam priliku čuti, što o tom misle prolazeći ljudi, koji me nepoznavahu. Svatko se je rugao mojemu pod-

hvalu. Neprestano sam morao od znanaca slušati prigovore, da toliko vremena i novaca trošim na ovakovu ludoriju. Nije bilo duše, koja bi me u mom mučnom poslu obodрила ili mi poželila sretan uspjeh. Ali kada je pokus uspio, brod još nije prošao cieleu englezku milju, i već je svaki uvidio, što vriedi, pa sada se digne pohvalno klicanje sa svih strana. Oni, koji prije najviše vikahu proti njemu, sada ga najglasnije hvališe.“

Tako opisuje sam Fulton ovu sgodu, pa mu vjerovati možemo, da je mnogo pretrpiti morao. Ali za sve te muke obilno



Sl. 183. „Clermont“ prvi parobrod Fultonov, sagrađjen u Americi god. 1807.

ga je nagradio sjajan uspjeh, što ga je postigao. Od onda je „Clermont“ obćio med New-Yorkom i gradom Albanyem na Hudsonu. Prvi put je plovio u Albany bez putnika, no kada se je vraćao nadje se već jedan smjeli putnik. Pa kako je sve išlo u najboljem redu, počеше se ljudi sve više na njem voziti, tako da je vremenom obilno naplatio trošak, što ga je Fulton s njime imao. Fulton je poslije toga gradio više parobroda, i za nekoliko godina plovile su parnjače po svih riekah i jezerih sjeverne Amerike.

Mnoge sjevero-amerikanske države, kao Ohio, Missouri, Illinois i Indiana imaju svoj nagli procvat ponajviše da zahvale tomu, što se je uvedenjem parobroda silno podigla komunikacija na riekah. U Europi su se manje rabili parobrodi, pošto ovdje promet po riekah nebijaše tako zamašan kao u Americi. Prvi parobrod u Europi, što ga je napravio Henry Bell, plovio je riekom Clydeom u Škotskoj. Bio je upravo tako uređen kao i Fultonov „Clermont“.

Parobrodarstvo se je silno razvilo, odkada počеше parobrod rabiti za plovitbu po moru. U tu svrhu valjalo je graditi velike parobrode s jakim strojevi, jerbo mali parobrod bio bi dostatno nakrcan već samim ugljenom, što ga mora sobom povesti za velik put, kao n. pr. iz Europe u Ameriku. Englezi koji imaju tolike naselbine odijeljene od njihove zemlje velikimi mori, najviše su sagradili parobroda za plovitbu po moru. Pravili su sve veće brodove, a od svih je najveći „Great Eastern“, koji je bio ponajpače opredieljen, da obći med Englezkom i iztočnom Indijom. Ovaj orijaški brod dug je 220 metara a širok 26 metara, te ima 12.000 putnika na njemu mjesta.

Njegovih pet parnih strojeva ima ukupnu jakost od 11.500 konjskih sila. Po sgodnom vjetru može brod i jedra razviti. Uglja toliko nakrca, da može ploviti 60—70 dana, a u ovo doba može on prevaliti put iz Europe u Indiju ili u Australiju i natrag. Ovaj orijaški brod bijaše gotov god. 1857. Kada ga 3. novembra iste godine htjedoše spustiti sa diljâ u more, pokazase, da su preslabi svi strojevi, koji su do onda rabili u tu svrhu. Oni ga nemogoše ni maknuti, s toga je valjalo napraviti jače strojeve. Uza sve to trebalo je cielu četvrt godine, dok je provalio put od 95 metara, te dospio u vodu. 8. rujna god. 1859. odplovio je istom „Great Eastern“ u veliko more. Velike nade, koje njegovi posjednici gojiše, nisu se izpunile; brod se nije nikada izplatio, pošto se za nijedan put nije našlo dosta putnika i robe, da bude pun. Poslije je rabio naročito za polaganje velikih kabela, kako već spomenusmo, govoreć o kabelu između Englezke i Amerike. Izim toga služio je u iste svrhe takodjer

u indijskom i kinezkom moru. Mnogo troškova prouzročiše posjednikom „Great Easterna“ neprestani popravci, tako da su s njim imali mnogo štete. Kada ljudi tim uvidiše, da ovakovi orijaški brodovi nisu koristni, stadoše opet graditi manje brodove, koji bolje odgovaraju svojoj namjeri.

Parobroda ima dvie vrsti: na kotače i na vijak. Prvi su stariji. Mi znamo da je prvi izumitelj parobroda Papin g. 1707. tjerao ga pomoću velikih kotača sa lopatami. Fulton je isto tako radio, a i svi drugi za njim. Bilo je to doduše već god. 1752. kada je znameniti matematik Daniel Bernouilli kazao, da bi se brodovi mogli tjerati pomoću vijka, ali se je to zbilja izvelo mnogo kasnije. To učini Frédéric Sauvage, rodom iz Boulogna u Francuzkoj.\* On je stvar zamislio i prokušao, ali je u veliko izvesti nije mogao, pošto ga proganjahu razne nesreće. Radi duga zatvoren u Boulognu, gledao je iz prozora svoje tamnice pokuse, koje je u luci pravio njegovim izumom zapovjednik englezkoga broda „Ruttler.“ Pokusi uspješe sjajno, a za jadnog izumitelja nije nitko znao ni pitao. Ovaj prizor strese Sauvagea tako, da je umom šenuo od tuge i ogorčenja. Umro je god. 1857. u nekoj parižkoj ludnici.

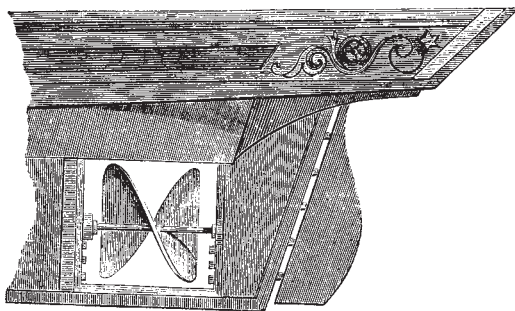
Vijak parobroda ruje se kroz vodu upravo onako, kako se obični vijak ruje kroz drvo, samo je razlika ta, da je voda gibiva te popušta vijku, tako da se on nemože u njoj za toliko napred prorovati, koliko to može vijak u tvrdom drvu

\* Za čast, tko je prvi upotrijebio vijak za tjeranje parobroda, otimlje se Austrija, Francuzka i Englezka. Kao i kod mnogih inih izuma neda se točno kazati, tko ih je prvi izveo, ali opet dvojbe neima, da svaki od njih ima pri tom nešto zasluge. Za Josipa Ressela, rođena god. 1793. u Chrudimu u Českoj kažu, da je kao djak već god. 1812. narisao plan parobroda s vijkom. God. 1827. uzeo je patent na taj izum, a god. 1829. bi pokušao njegov parobrod u tršćanskoj luci uz oduševljeno saučesće občinstva. U priznanje toga resi danas Resselov kip trg pred tehničkom školom u Beču. Uza sav taj krasni uspjeh zaboraviše kod nas ljudi opet na parobrod s vijkom, dok tu ideju nepoprimitno inozemstvo i to ponajprije Francuzka, te ju sjajno izvede. Francuzi pripisuju glede toga svu zaslugu Frédériku Sauvageu.



(sl. 184.). Ali za nešto se on ipak uvijek napred pomakne, pa kako se on kreće velikom brzinom, 100—180 puta u jednoj minuti, to se ovi mali pomaci sastave tako, da brod brzo napred juri. Oblik vijka mnogo su ljudi mienjali i popravljali, tako da ih ima mnogo vrsti. No u tom se svi slažu, da se neuzme mnogo zavoja na vijku jer to nebi ništa koristilo. Uzimlje se samo nešto preko jednog zavoja, jer da ih je više, jedan bi smetao drugomu. Snaga vijka se pojača, ako se poveća njegova površina, s toga se uzme promjer vijka obično  $1\frac{1}{2}$ , 3, 5 met. i više.

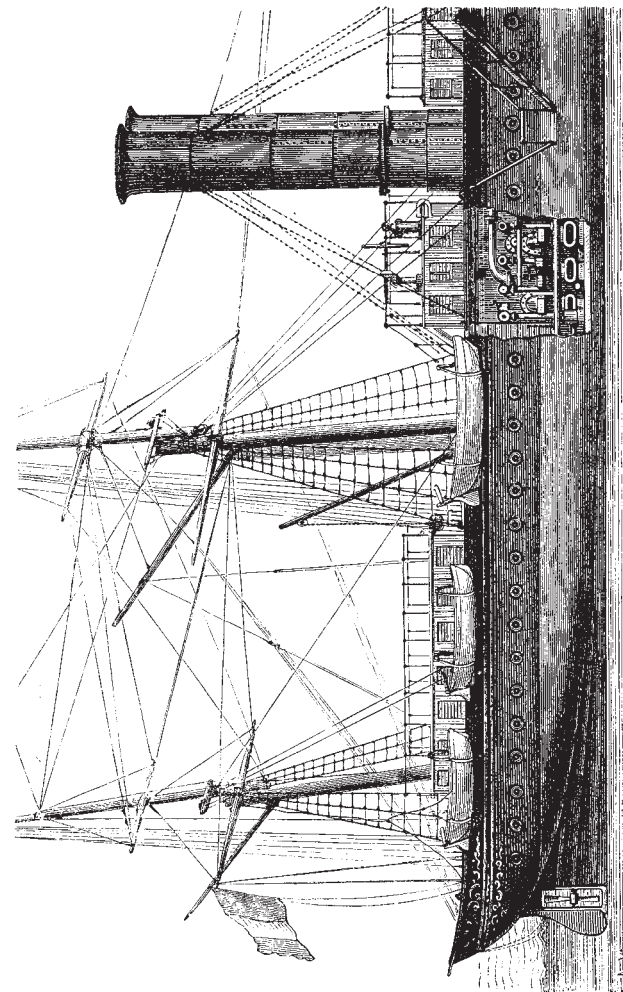
Svrnimo se malo k parobrodom s kolesi. Poznato je, da oni imaju dva kolesa, na svakoj strani broda jedno. Ona su na-



Sl. 184. Vijak na parobrodu.

činjena od željeza, te su na njima učvršćene drvene ploče, tako zvane lopate. Kada se kolo vrti, opire se time lopatami o vodu i tim gublje brod napred. Lopate su na kolu tako pričvršćene, da su uvijek tri ciele lopate u vodi. Kada je more nemirno, tako da se brod silno lulja, onda je svako kolo izmjenice izvan vode i opet duboko u vodi. U takovih okolnostih se brod slabo napred gublje, i to je jedan od glavnih uzroka zašto na moru sve više preotimlju mah brodovi na vijak. Vijak, koji se nalazi na donjoj česti broda, uvijek je u vodi, zato takov brod mnogo sigurnije plovi po uzburkanom moru, nego parobrod s kolesi (sl. 185.). Ima još drugi uzrok premahu parobroda

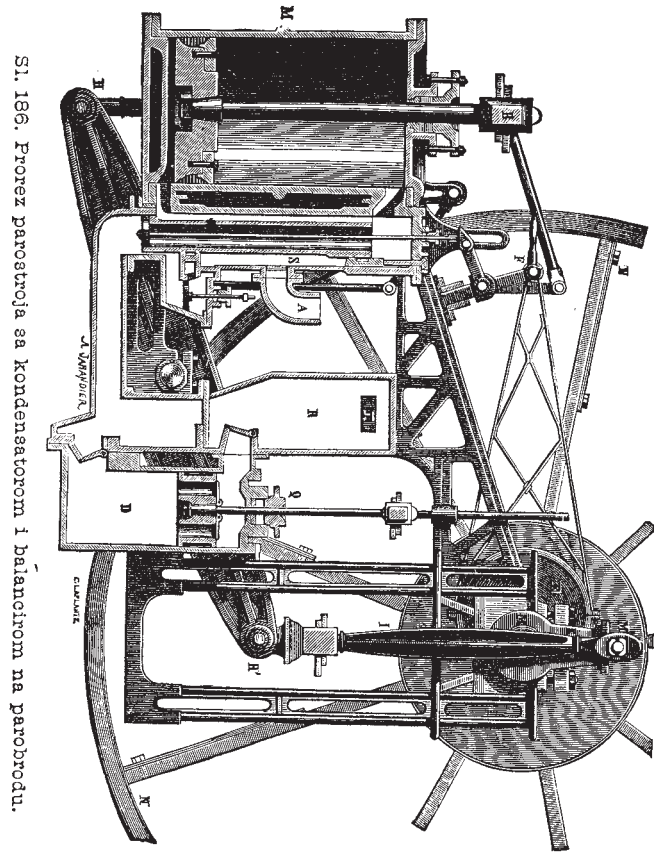
na vijak. Taj uzrok je, što se na ovakovih brodovih liepo mogu rabiti jadra, ako je dosta vjetera; te tim prištediti go-



Sl. 185. Parobrod na vijak.

riva. Mirujućij vijak nesmeta plovitbi broda toliko, koliko smetaju mirujućija kolesa svojim lopatami.

U ratnoj mornarici naročito uveden je vijak obćenito. Tomu ima više važnih razloga. Na ratnom brodu zapremaju kolesa baš najbolje mjesto za topove, u bitci će neprijateljska zrna najlaglje uništiti kolesa, i onda je brod izgubljen pošto

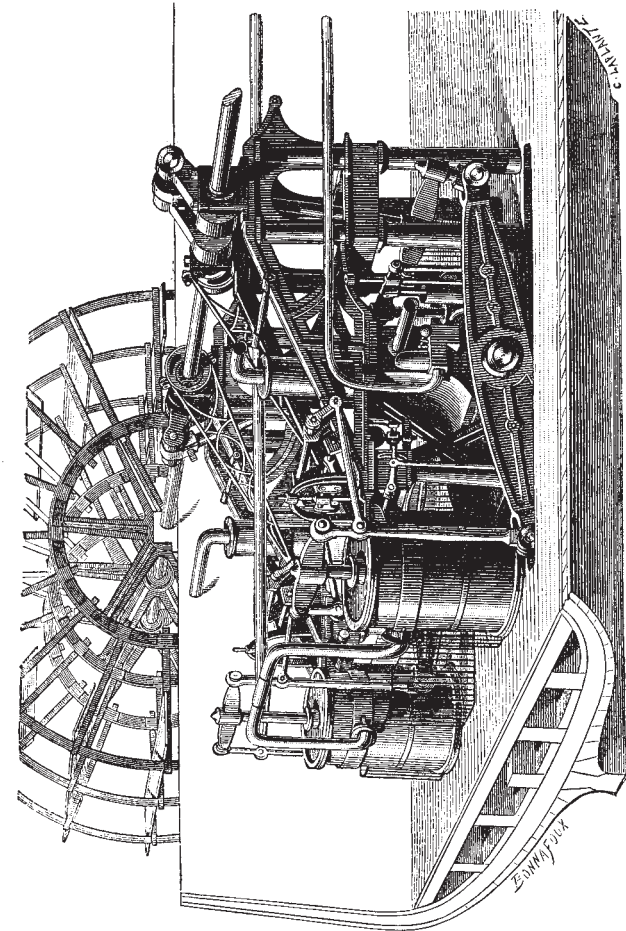


Sl. 186. Prorez parostroja sa kondensatorom i balancinom na parobrodu.

se nemože više gibati. Vijak pako, koji je uvijek 2—3 metra duboko pod površinom vode, siguran je od neprijateljskih topova.

Po ovom što smo dosada čuli, mogao bi tkogod pomisliti, da će parobrodi na vijak vremenom sasvim iztisnuti parobrode na kolesa. Toga se netrebamo bojati. U plitkih riekah i jezerih

uvijek će rabiti parobrodi s kolesi, pošto nerone tako duboko u vodu, kao oni na vijak.



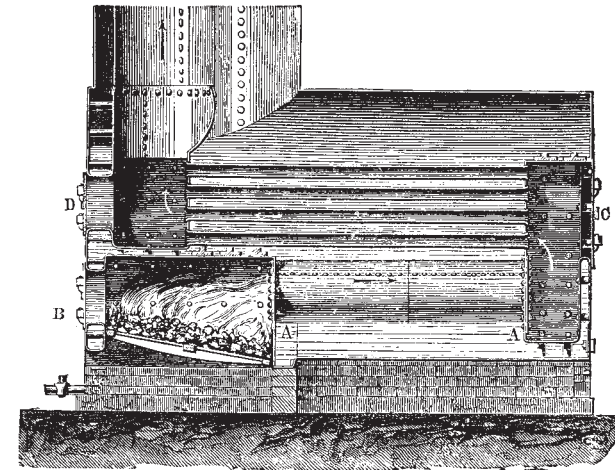
Sl. 187. Parostroj sa kondensatorom i balancinom na francuzkom brodu: „Le Sphynx“.

Kolesa kao i vijak kreće parni stroj. To doduše već znamo, ali moramo ipak malo točnije promotriti, kako su uređeni parostroji na brodovih. Tu se rabe i strojevi s kondensatorom i bez kondensatora, a svaki od tih strojeva je nješto drugačije

uredjen, prama tom da li služi brodu s kolesi ili sa vijkom. — Kod prve vrsti brodova najviše uzimlju Wattov stroj, dakle parostroj s kondensatorom. On je ovdje upravo onako uredjen, kako smo ga već opisali u članku o parostroju. Samo je u toliko priuđešen, da se prištedi čim više prostora. Naša slika (sl. 186.) pokazuje nam prorez takova parostroja. *M* je parni valjak, u koji ulazi para cievju *A*, te kroz pomicaljku *S*. — *H H'* je tako zvani balancir. Kod običnih parostrojah je on namješten na gornjoj strani stroja; dočim je kod brodova, kako vidimo na našoj slici, namješten na donjoj strani. Tim se prištedi mnogo prostora. Jedna strana *H* balancira pričvršćena je na motki *B*, koja je spojena s čepom parnoga valjka, dočim druga strana *H'* kreće motkom *I* i vrtilom *MM'* kolo parobroda *N*. *D* je kondensator, a *Q* je motka od sisaljke, koja izvlači toplu vodu iz kondensatora. *E F* je sprava za reguliranje pomicaljke, koju giblje motka *M*.

Da vidimo, kakov je vanjski oblik takova parostroja, poslužit će nam slika, koja nam prikazuje parostroj francuzkoga broda „Le Sphynx“ (sl. 187.). Vidimo da je taj parostroj dvostruk, t. j. ima dva parna valjka, za svako kolo po jedan. Parni kotlovi parobroda drugačije su uredjeni nego parni kotlovi običnih parostroja. Oni naliče parnim kotlovom lokomotive na željeznici. Na brodu valja kao i na lokomotivi štediti prostor, s toga se je moralo nastojati u malom parnom kotlu razviti čim više pare. U tu svrhu je parni kotao tako uredjen, da kroz njega prolaze cievi, kroz koje izlaze ugrijani plinovi i zrak. Voda, koja je na ovakov način sa svih strana u dodiru s vrućimi željeznimi cievmi, ugrije se brzo i daje veliku množinu pare. Na našoj slici (sl. 188.) vidimo takov parni kotao. *B* je ognjište. Toplina od ognjišta sa plinovi i dimovi ugrije ponajprije trup do kotla *AA*, te prodje kroz cievi, oko kojih se nalazi voda, pa onda tek predje u dimnjak *D*.

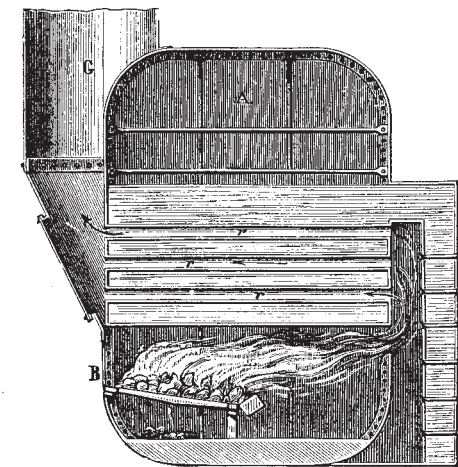
Nješto drugačije je uredjen parni kotao, kako nam ga prikazuje slika 189. Ovdje je ognjište *B* sa svih strana obkoljeno vodom, osim toga idu još plinovi i dim kroz cievi *rrr* u dimnjak *G*, iz kojega izlaze u zrak, pošto su svoju vrućinu predali vodi,



Sl. 188. Parni kotao na morskome parobrodu.

koja ih okružuje. Na velikih brodovih, gdje treba jako mnogo pare, jesu obično dva ili četiri parna kotla, jedan uz drugi, svaki sa svojim posebnim ognjištem. Slika 190. pokazuje nam parne kotlove broda „Le Sphynx“, kojega parni stroj smo takodjer vidili.

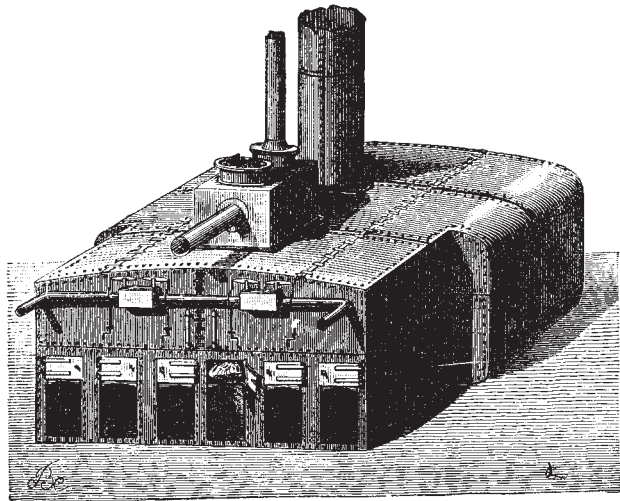
Parobrodi na reakciju. U novije doba počeo se graditi takodjer parobrode, kod kojih nevidimo ni vijka ni kola, a ipak se ovi novi brodovi giblju kao i drugi. Što ih dakle giblje? Odmah ćemo čuti. Ispalimo li zrno iz topa, to će top odskočiti natrag, jer ona ista sila, koja je izbacila zrno na jednu stranu, potjerala je top na



Sl. 189. Parni kotao parobroda „Le Isly“.



drugu stranu. Mislio bi tko, da bi onda morao top na drugu stranu isto tako daleko poletiti kao zrno. To bi i bilo, da nije top tako velik i težak, pa ga nemože ista sila baciti tako daleko kao što može baciti maleno zrno. Isto ćemo to opaziti na sliedećem pokusu. Objesimo na nit posudu punu vode, koja ima blizu dna na strani otvor. Dok je ovaj otvor zatvoren, visiti će boca mirno, čim otvorimo čep, proteći će njim voda, a ciela će se posuda nagnuti na tu stranu. Ovaj učinak zo-



Sl. 190. Vanjski lik parnih kotlova na parobrodu: „Le Sphynx“.

vemo reakcijom. Ljudi, koji su poznavali ove pokuse, pomišljše, da ako iz broda stanu tjerati velikom silom vodu, da će se i ovdje pojaviti reakcija, te će se brod gibati na protivnu stranu. Kažu, da je znameniti matematik Daniel Bernouilli prvi izrekao ovu ideju. Trebalo je pokusom se osvjedočiti, jeli se ona zbilja može izvesti. Amerikanac Rumsey napravio je za pokus malenu ladju prama toj ideji. Ona se je doduše gibala, ali veoma polagano, valjda zato, što nije bila shodno udešena, a biti će glavni uzrok i to, što je bila pre-

malena. Iskustvo nas je naučilo, da pokusi s malenimi modeli obično slabo uspiju.

Edinburški mjernik R. Ruthven napravi god. 1851. nješto veći brod na reakciju. Na njemu je parni stroj od tri konjske sile tjerao kroz otvor vodu iz broda. Ovaj drugi pokus već je bolje uspio, pošto je Ruthvenov parobrod na reakciju u jednoj uri provalio osam morskih milja. Na temelju toga sagradi pet godina poslije njemački mjernik A. Seydell uz pripomoć pruske vlade parobrod na reakciju, sličan Ruthvenovu brodu. Ovaj parobrod, nazvan „Albert“, imao je parni stroj od trideset konjskih sile. Pokazalo se je, da ovaj brod isto tako brzo ide kao i parobrod na vijak ili kolesa. Poslije toga sagradiše u Belgiji i Englezkoj više takovih brodova, koji su svi služili upravo onako dobro, kao drugi parobrodi.

Pogledat ćemo malo, kako su sastavljeni parobrodi na reakciju. Kazali smo već, da ih je usavršio Ruthven. Prije njega uzimali su na takovom brodu običnu sisaljku, koja je vodu bacala iz broda. Nu ovakova sisaljka radi na mahove, s toga ju Ruthven zamjeni sasma drugačijom. On uze vreteno, na kojem je bilo više savinutih ploča kao krila. Vreteno se brzo okreće, te tim siše odozdol vodu, a na drugoj strani ju baca napolje. Dakako, da tomu treba jak parostroj, koji će kretati silnom brzinom vreteno. Na englezkom ratnom brodu „Waterwith“, koji je po tomu sustavu gradjen, kreću vreteno tri parna stroja, svaki od 50 konjskih sile. Vreteno zajedno sa svojih 12 krila ima preko 4 metra promjera, te je zatvoreno u okrugloj posudi, koja ima 6 metara promjera. Ciev, kojom voda izlazi iz te posude, dieli se u dvie, od kojih svaka ide na jednu stranu broda, te prolazi kroz stieniu broda, pa se onda sagne prama zadnjoj strani broda. Otvori tih cievi su četverouglasti, dužina im je 60 centimetara, a širina 45 centimetara. Lahko je pomisliti, da ovako jak stup vode, koji velikom brzinom teče iz broda, može nješto učiniti.

Probitci brodova na reakciju sastoje u tom, što se dadu veoma lahko ravnati i to bez kormila. Treba samo mienjati

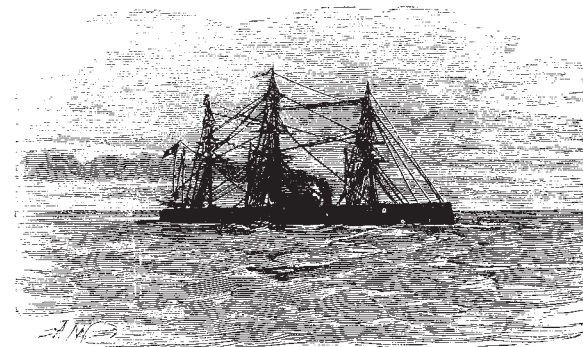
smier cievi, kojimi voda iztiče, jer se brod giblje uvijek u protivnom smieru od onoga, kojim voda iztiče. Reguliranjem tih otvora možemo postići, da se brod na mjestu okrene, dočim svaki drugi brod treba za okret, da učini veći ili manji luk. Isto tako možemo po volji ravnati brzinu broda. Uza sve ove vrline imaju ovi brodovi i njeke mane, koji su uzrokom, da se do sada još malo rabe. Kako će dalje biti, pokazati će budućnost.

Nemožemo da svršimo naš članak o parobrodih a da nespomenemo bar još koju rieč o parobrodarstvu po američkim riekan. Na ovih bo riekan, kako znamo, rodio se je parobrod i ovdje oni prvi put pokazahu svoju vriednost. Pa ne samo to, nego oni su i neizmjerne doprinjeli kulturi onih krajeva, gdje jedina obćila bijahu velike rieke. Mnogi rad i mnoga naselbina ima dazahvali svoj postanak i procvat tim parobrodom.

Parobrode, koji danas plove po Missouriu, Mississipi i Hudsonu mogli bi nazvati putujućimi hoteli. I zbilja donjke više sličie kući nego li brodu. Jarbola neimaju, jako su široki, te su gradjeni na dva, tri, dapače i na četiri kata. U većih od ovih brodova ima po 200 većih i 250 malih soba, tako da u njih prespavati može do 900 ljudi, od kojih svaki dobije svoj krevet, a izim toga ima ih još za tri puta toliko mjesta. Sve prostorije su krasno uređjene, osobito blagovaonice, koje su urešene slikami i cviećem te sjajno razsvietljene. Osobito važnu ulogu su imali ovi parobrodi u gradjanskom ratu između američkoga sjevera i juga za odpremanje vojske, ali još veću jer mironosnu zadaću imaju sada, dopremati naime ljude u one nenaseljene ali bogate krajeve Mississipia, da pretvore divljač u plodonosno kulturno tlo.

Ne manje liepi i veliki su takodjer parobrodi, koji obće med starim i novim svijetom. To su gorostasi na moru, koji prkose svim nevremenom. Naša slika 191. predočuje nam takav jedan parobrod za preoatlantičke vožnje. Prije je trebalo sa brodovi na jedra nekoliko mjeseci, da stignemo iz Europe u Ameriku, a sad trebamo nekoliko dana. Parobrodi su po-

dali u novije vrijeme i trgovini novi, nenadani polét, te su iztisnuli već prilično iz velike trgovine prenašanje robe u jedrenjačah. Danas sva velika trgovina na moru rabi već parobrode za prevažanje robe, jer je prevažanje robe po parobrodih mnogo sigurnije, brže i jeftinije. Žalibože ova brza promjena u trgo-



Sl. 191. Parobrod za preoatlantičke vožnje.

vinskom prometu naškodila je mnogo našem hrvatskomu brodarstvu, koje još sastoji sasvim u jedrenjačah, a naši brodovlastnici nisu na brzu ruku smogli toliko glavnice, da pretvore svoje jedrenjače u parobrode, pak su im uslied toga mnogo posla i na naših obalah oteli tuđjinci. Stalno se smijemo nadati, da će se i tomu brzo naći lieka.

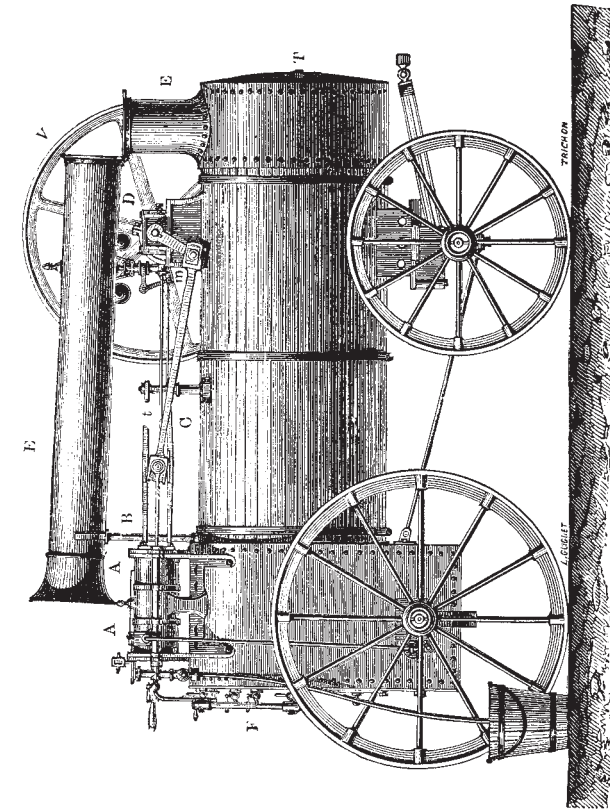
## L o k o m o b i l .

*Povjestnički podatci o lokomobilu. — Opis lokomobila. — Njegova poraba. — Parna kola.*

Odkako je čovjek odkrio veliku silu vodene pare, kako je vidio da može tu silu u parnom stroju po svojoj volji ravnati, pa ju upotrebiti za posao, stao je smišljati, gdje i na koji bi se način mogao okoristiti tom silom, da zamjeni čovječje ruke i životinjsku snagu. Čuli smo već, kako je čovjek upregnuo tu silu, da mu ona vuče željezničke vlakove, kako je stvorio lokomotivu, vidili smo, kako ju je zapregnuo u brodove, da ih ona po vodi tjera i stvorio tako parobrode. Ali osim toga je vidio čovjek, da bi si mogao stvoriti parostroj, koji bi mu pa ma i na kratko vrijeme sad ovdje sad ondje, sad ovaj sad onaj posao mogao obavljati. Trebao je parostroj, koji bi mogao prenašati na razna mjesta bez velikih neprilika, da mu on jednom ore, žanje, sije polje, da mu drugi put grabi i vuče vodu, da ravna vatrogasnom štrcaljkom, da nabija stupove i nasipe, da diže grede i kamenje i da u sto drugih poslova zamjeni čovječje ruke. U Americi osjetiše ponajprije nuždu, da si takav stroj stvore, jer neimadoše dosta radnika, da si obrade svoja polja. I oni napraviše prvi takav parni stroj, koji su mogli za svaki posao upotrebiti i svakamo ga lahko odpremiti. Stroj taj zovu lokomobil.

Praktični Englezi povedoše se umah za Amerikanci, te je na svietskoj izložbi u Londonu god. 1851. već bilo izloženo nekoliko takovih strojeva. Tom sgodom upozna se s njimi i ostala Europa, ali se oni ipak tabo brzo nerazšire po Europi, kako bi čovjek mislio. Glavni uzrok tomu bijaše predsuda, da paro-

stroji otimlju radnikom kruh. Izkustvo obori tu krivu misao, ono je pače dokazalo da obratno parostroji svagdje podižu obrt, pa tim pomnožaju broj potrebnih radnika. Osim toga još parostroji poboljšavaju stanje radnika, pošto obavljaju mjesto njih najteži posao, te su s toga u svakom obziru na njihovu korist.

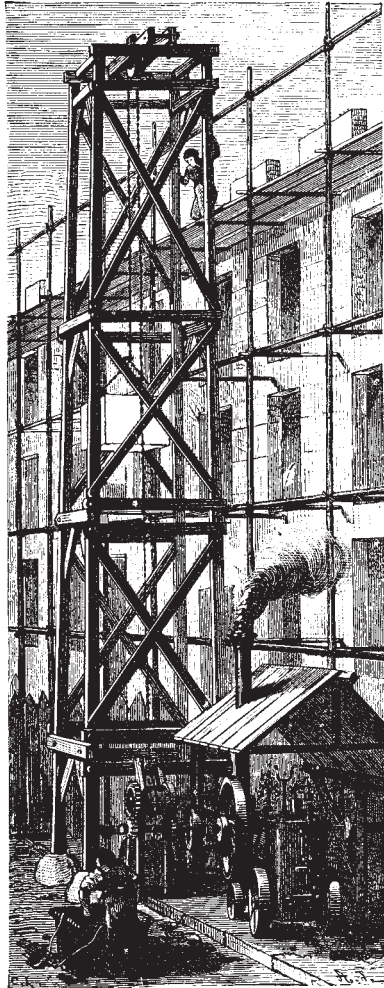


Sl. 192. Lokomobil.

Lokomobil je jako jednostavno uređen. On neima kondensatora, nego sastoji samo od parnoga kotla i parnoga valjka sa čepom i potrebnimi polugami. On stoji na kotačih, te nije osobito težak, tako da ga jedan ili dva konja mogu i po lošijoj cesti lahko odvući na opredjeljeno mjesto (sl. 192.). Parni valjak A, koji je po-



stavljen horizontalno povrhu kotla *FCT*, giblje motku *B*, a ova opet



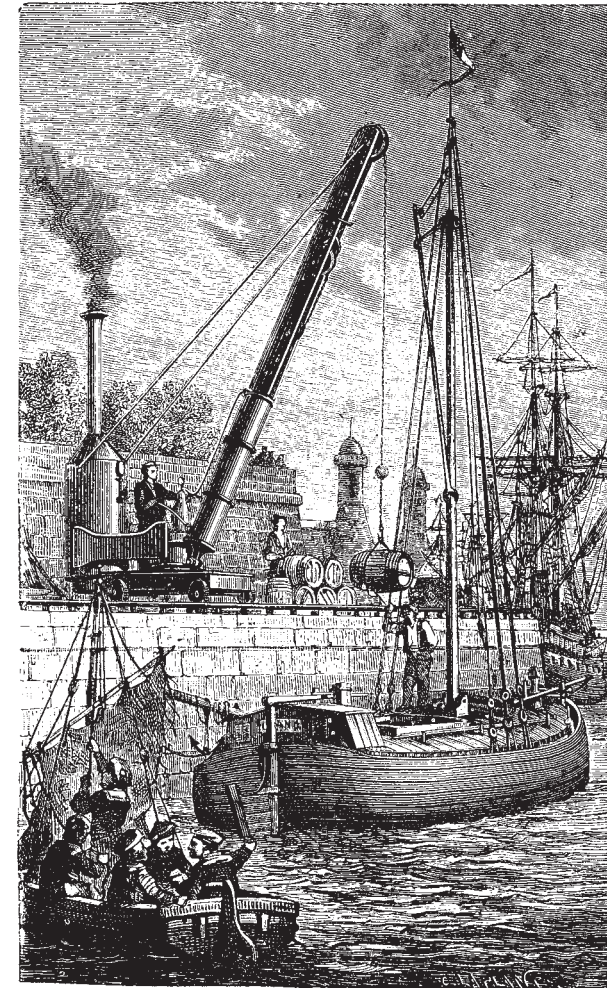
Sl. 193. Dizanje gradnje sa lokomobilom.

jevi ove vrsti (sl. 193.) i to u razne svrhe. Oni imaju tu pripravljeni i mješati maz, dizati opeke i kamenje u vis, iz-

stavljajući horizontalno povrhu kotla *FCT*, giblje motku *B*, a ova opet okreće polugom *t m* i pomoću motke *D* kolo *V*, koje stoji gori na stroju. Oko ovoga kola omotan je remen. Ako sada ovaj remen obavijemo oko kola kojega drugoga stroja, n. p. mlatila za žito, pluga za oranje, sisaljke za vodu itd., to će lokomobil kretati i gibati ove strojeve. Oni će obavljati i raditi poslove, koje bi inače čovjek ili domaća mu životinja morala raditi.

Na slici našeg lokomobila viditi ćemo, da se dimnjak *EE* može dole spustiti. Neznatna ta uredba ipak je tu potrebna i to radi toga, da se lokomobil može, kada s njime neradimo spremati u zaklonjeno spremište ili u sušu. Prva namjena lokomobilu bila je, da on obavlja poljske poslove, no naskoro počeo se rabiti lokobile i u obrtne svrhe, da ovdje obavljaju radnju, koju je inače svršavala čovječja ruka. Kod velikih gradnjah služe danas mnogo stro-

pravljati i dizati silne grede: Lokomobili danas izgradjuju u vodi mostove, prave nasipe, zabijaju pilote; oni lome kamenje,

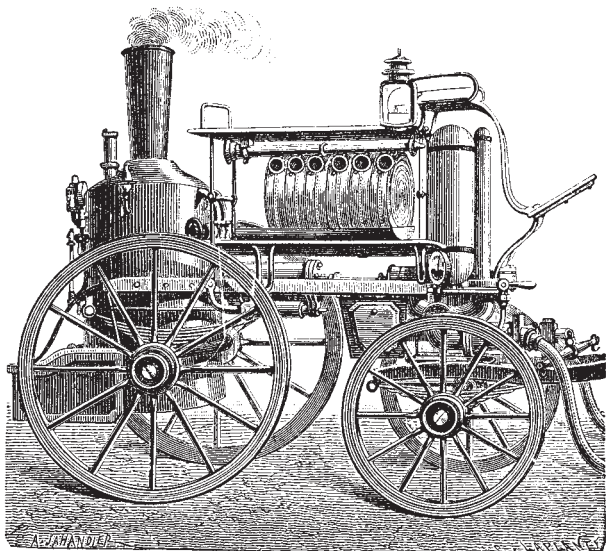


Sl. 194. Iztovarivanje broda sa lokomobilom.

buše pećine, izgradjuju tunele. Za natovarivanje i iztovarivanje velikih tereta na brodove rabe u primorskih gradovih loko-

mobile, kako nam to predočuje slika 194., gdje lokomobil diže bačve iz broda, pa ih na kopno prenaša.

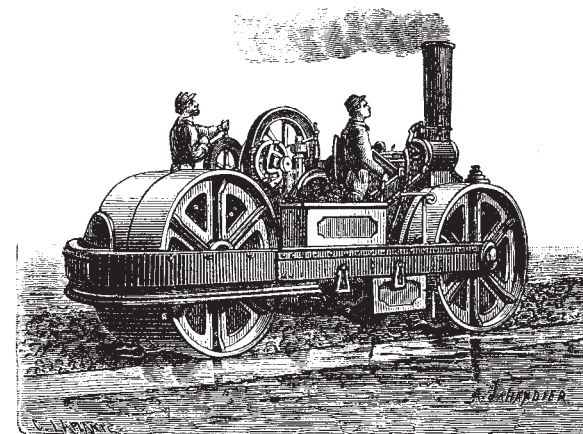
U velikih gradovih napraviše u novije doba vatrogasne štrcaljke sa lokomobilom. Kod obične štrcaljke, svatko to dobro znade, moraju ljudi vući i gibati čepove, da štrcaljka vodu izbacuje, a uz to se mora neprestano dovažati nova voda iz obližnjega zdenca ili koje druge vode. No kod štrcaljkih sa lokomobilom tjera i baca sam lokomobil vodu, pa ju odmah i sam



Sl. 195. Vatrogasna štrcaljka sa lokomobilom.

dovlači i to puno brže i bolje, nego što bi to čovjek mogao učiniti (sl. 195.). Dakako da je kod ovoga parostroja glavna stvar, da se voda u kotlu brzo ugrije, te da štrcaljka čim prije počme raditi. Pa zbilja parni kotao ovakovih parostroja, koji je uređen po sistemu Fuldovu, proizvede već u 8 časova toliko pare, da štrcaljka počme bacati vodu, te onda baca takav stroj u jednom času do 900 litara vode u visinu od 45 metara. Nismo tim još ni izdaleka izcrpili porabu lokomobila.

Njim nadalje izgradjuju i izravnivaju ceste i gradske ulice posipavaju šljunkom, koji treba dobro nabiti, da bude cesta gladka. Najobičnije se to čini velikimi valjci, koje konji po ulicah vuku. Treba u tu svrhu zapregnuti jedno 10—12 konja. Lahko si je predstaviti, koliko mora ovakova povorka konja da smeta prometu u živahnih ulicah velikoga grada. Koliko se tu vremena izgubi, kada treba okrenuti konje. Sada se u velikih gradovih upotrebljavaju valjci, koje valja para, te su tim prestale sve spomenute neprilike (sl. 196.), po-



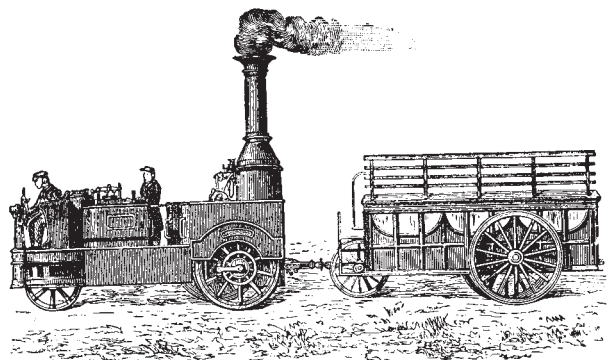
Sl. 196. Parna kola za ravnjanje ceste.

što možemo celiu spravu gibati i napred i natrag, te ju ne treba okretati, a tim se prištedi mnogo vremena i prostora.

Govoreć o željeznicah, spomenusmo, kako iz početka htjede ljudi upraviti željeznice na obične puteve. To nije za rukom pošlo, željeznice se nemogoše podići, dok im ljudi neprirediše gladju cestu, dok ih naime nepostaviše na željezne tračnice. U novije doba povratiše se ljudi opet na onu ideju, da na običnoj cesti parom vuku kola. Lotz u Nantesu napravi god. 1864. takova kola, te ova provališe bez ikakove nesgode 400 kilometara dugi put iz Nantesa u Pariz za osam



dana. Za Lotzem povedoše se i drugi. Tako napravi godinu dana kasnije, mehanik Albaret u Lioncourtu nešto drugačija parna kola, koja su takodjer dosta dobro odgovarala svojoj svrsi. Da se je francuzka vlada uslied ovih pokusa nadala dobromu uspjehu ove nove vrsti prometala, vidi se iz toga, što već god. 1866. izda naredbu, kojom dozvoljuje, da po običnih cestah obće parna kola. Ova naredba znatno unapriedi njihov dalnji razvitak. Mnogi se stadoše truditi, da ih uredi čim bolje i praktičnije. Osobito se na tom polju odlikovaše prije spomenuti Lotz u Nantesu. Njegova parna kola vukoše po dobroj

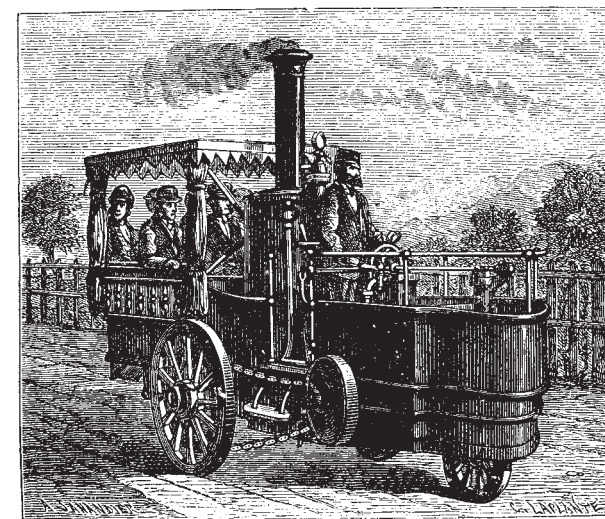


Sl. 197. Lotzova parna kola.

cesti 5—6 tona (po 1000 kgr.) brzinom od 16 kilometara u jednom satu (sl. 197.). U Englezkoj nehtjedoše takodjer zaostati u tom pogledu. Aveling i Porter u gradu Kentu, grofovije Rochester, sagradiše parna kola sa pet kotača. Čovjek, koji sjedi na prednjoj strani tih kola, upravlja njimi slično kako to radi kormilar na brodu. Ali pošto sva ta kola svojim željeznimi kotači jako kvare cestu, domisli se Thompson, da obloži njihove kotače vulkanisiranim kaučukom. Ovaj čuva svojom elastičnošću cestu. Da pokaže Thompson, koliko valja njegov izum, vodio je svoja parna kola preko neke livade, a kola ostaviše na njoj, uzmemo li u obzir njihovu težinu, zbilja

za čudo slabe tragove. Thompsonova kola rabe u Englezkoj za voženje ugljena iz rudnika, a u Edinburgu obće gradom omnibusi, koje vuku njegova parna kola.

Još bolja parna kola napravi god. 1875. Bollée, mehanik u Mansu u Francuzkoj. Ona se odlikuju osobito tim, što su tako uređena, da se mogu po volji favnati, da idu polaganije ili brže, da stanu ili okrenu. Ovo bijaše znamenit napredak u konstrukciji parnih kola.



Sl. 198. Nova Lotzova parna kola.

U isto vrijeme po prilici popravio je opet Lotz svoja parna kola. Tim ona dobiše oblik, kako ga vidimo na našoj slici (sl. 198.). Parni kotao, koji je pri njegovih prijašnjih kolih ležao položito, postavi on sada ustubočce, tako da je sada zapremao manje prostora. Uz to su bila i ta kola tako priredjena, da se je mogla mienjati brzina njihova teka, što je svakako potrebno u ulicah sa živahnim prometom, da se predušetne svakoj nesreći.



Obazrev se tako na razvitak parnih kola, dolazimo do zaključka, da ona uz sva poboljšanja neodgovaraju ipak sasvim svojoj svrsi. Tomu ima više razloga. Na običnih cestah ima odveć velikih strmina, nego da bi ih lahko mogla nadvladati parna kola. Uz to su ceste hrapave, tako da teška parna kola potroše veliki dio svoje snage samo na to, da nadvladaju zaprieke, koje im stavlja hrapavost ceste. U gradovih ima još većih poteškoća. Sila pare odveć je jednolična, da zamjeni snagu konja. Konj povuče sada jače, sada slabije, već po tom kako je potrebno, toga kod pare neima. Sve ovo je uzrokom, da se parna kola malo rabe, dapače na nekih mjestih, kao n. pr. u Parizu, gdje su se već rabila, su ih opet dokinuli.

Spomenuti nam je još, da su u zadnjem njemačko-francuzkom ratu služila parna kola kod obsjedanja Pariza. Ona su vukla ogromne topove, koji su bacali svoja ubitačna taneta u obsjednuti grad. Da su se tim pokvarile krasne ceste okoline pariške, zato nije u ono doba naravno nitko mario.

Po cielom, što smo do sada saznali, pomislili bi, da parna kola neimaju nikakove budućnosti. Ali ipak se i njim otvara polje, na kojem se već sada mnogo rabe, te će se bez dvojbe još i više rabiti. To su velike tvornice, iz kojih treba silnu robu odvažati do spremišta, do grada, željezničke postaje itd. Takova tvornica može imati svoju posebnu cestu, priredjenu za parna kola, koja će joj razvažati robu, te joj zamieniti konje. Pa ako nigdje drugdje, ovdje mogu parna kola mnogo koristiti.

---