



De totaaloplossing van Brunel



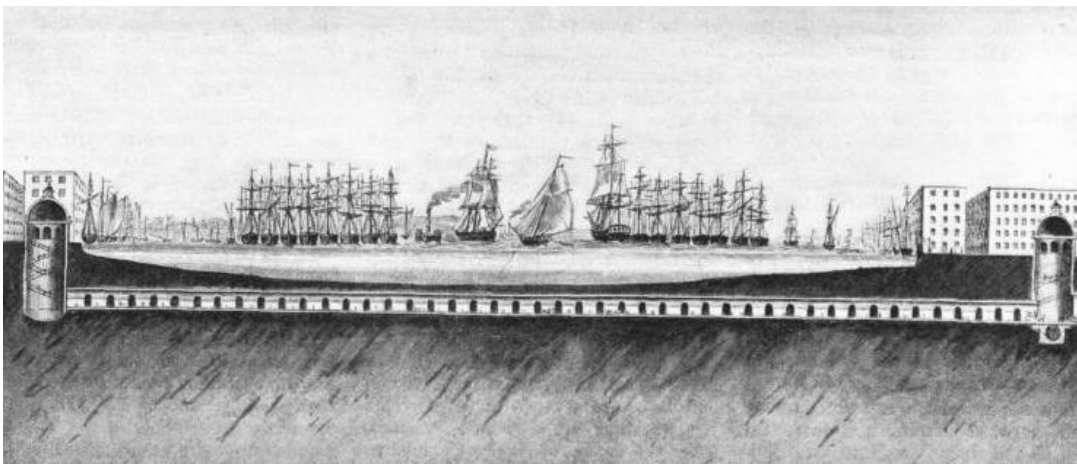
Op deze foto staat Brunel voor de ankerketting van het schip de "Great Eastern". Die foto is iconisch voor de 19^e eeuw en laat een man zien die geniaal was, maar aan het eind van zijn leven voorbij de menselijke maat werkte. De stalen gigant zou uiteindelijk tot zijn dood leiden.

Brunel was de laatste duizendpoot van de negentiende eeuw. De kleine ingenieur met groot zelfvertrouwen ontwierp een spoorwegsysteem in het zuiden van Engeland, tekende ook voor de rails, het rijdend materieel, de tunnel, de bruggen, station Paddington en ontwierp ook de eerste oceaanstomers.

Zo vader zo zoon

In 2002 kozen de Britten "De Grootste Brit aller tijden", waarin Isambard Kingdom Brunel tweede werd, na Winston Churchill. Isambard werd geboren in 1806 en overleed in 1859. Zijn vader was de Frans-Britse Sir Marc Isambard Brunel, die als een van de eersten massaproductie inzette bij de vervaardiging van katrollen voor de Britse marine. Hij was getrouwd met Sophia Kingdom. Dat verklaart de bijzondere tweede naam van hun zoon Isambard.

Vader Marc leerde hem tekenen en andere nuttige zaken. Na een studie in Frankrijk kwam hij terug naar Engeland, nog maar 16 jaar oud. Hij startte zijn loopbaan op het bureau van zijn vader. Die was juist bezig met een bijna onmogelijk project, het graven van de eerste tunnel onder de Theems, ter hoogte van de huidige *Canary Wharf*.



De gravure laat zien dat de tunnel door het slib van de rivier gegraven moest worden. Marc Brunel had hiervoor een schild ontworpen waarop de arbeiders stonden aan de tunnel konden graven, met nog geen 2,5 meter tussen hen en het water van de rivier.

De tunnel stroomde tweemaal vol en Marc Brunel raakte hierbij gewond. Isambard nam het werk over en ook hij had een paar maal met een overstroming te maken. Dat was verre van prettig, aangezien de rivier toen nog een open riool was. Isambard stapte zelf in een duikklok om te zien wat de oorzaak was. Daarna brachten grote stukken canvasdoek en klei het begin van de oplossing. De tunnel was uitgevoerd in metselwerk. In 1843 konden de eerste voetgangers onder de Theems door lopen. Sinds 1871 vormt de tunnel een deel van de Londense "Underground".



De Clifton hangbrug

Bij de laatste overstroming van de tunnel raakte Isambard ook gewond en om te herstellen ging hij naar Bristol, in het westen. Daar leerde hij een groep kooplieden en industriëlen kennen, die een brug over de 60 meter diepe vallei van de rivier de Avon wilden laten bouwen. Brunel had het beste, maar ook het duurste plan: een hangbrug met slechts twee pilaren. Gelukkig was hij niet alleen een geweldig civiel ingenieur maar kon ook goed mensen overtuigen. Uiteindelijk kreeg hij toestemming om de langste hangbrug tot dan toe (214 meter) te bouwen. Vanaf nu was de kleine duizendpoot altijd met meerdere projecten tegelijk bezig. Hij deed zoveel mogelijk zelf en was beslist geen teamspeler. En de brug, die wordt nog dagelijks gebruikt.

De kooplieden in Bristol zagen dat de spoorwegen in het noorden van Groot-Brittannië zich snel ontwikkelden en wilden zelf ook een netwerk in het zuidwesten van het land laten aanleggen. Het moest Bristol verbinden met Londen. Verschillende ingenieurs werden uitgenodigd om de goedkoopste route te verkennen. Die zou het contract winnen. Brunel wilde echter alleen de beste route verkennen. Hij kon het comité overtuigen en in 1833 werd hij uitvoerend ingenieur van de nieuwe spoorverbinding.

De GWR

Deze route werd de Great Western Railway en liep via Reading en Bath naar Bristol. Brunel bedacht het complete systeem. Zijn keuze voor een spoorbreedte van 7 voet (213 cm) was opvallend. George Stephenson had 4 voet 8½ inch spoorbreedte ingevoerd, afgaande op de gemiddelde spoorbreedte van boerenwagens. Dit werd het normaal- of standaardspoor, zoals we dat in een groot deel van de wereld nog steeds kennen. Brunel dacht terecht dat 7 voet spoorbreedte stabielere was en ook comfortabeler voor de passagiers. Bovendien maakte die spoorbreedte ook grotere wagons mogelijk en dus een meer vrachtcapaciteit. Zijn systeem was uiteindelijk economischer. Aanvankelijk hield hij zijn keuze voor 7 voet spoor nog onder de pet maar uiteindelijk werd zijn keuze geaccepteerd. Wat Brunel echter niet had voorzien was de grote groei van Britse spoorwegennet en de daarmee grotere reizigersstroom. Zijn 7 voet spoorbreedte vond geen navolging en de schaduwkant van zijn keuze was dat vracht op verschillende stations overgeladen moest worden op treinen die standaard spoor gebruikten. In 1892 besloot de "Spoorbreedte Commissie" dat GWR de spoorbreedte moest aanpassen. Op zich geen probleem, omdat men van groot naar kleiner moest. Toch jammer dat Brunel geen navolging had want 7 voet was merkbaar beter.



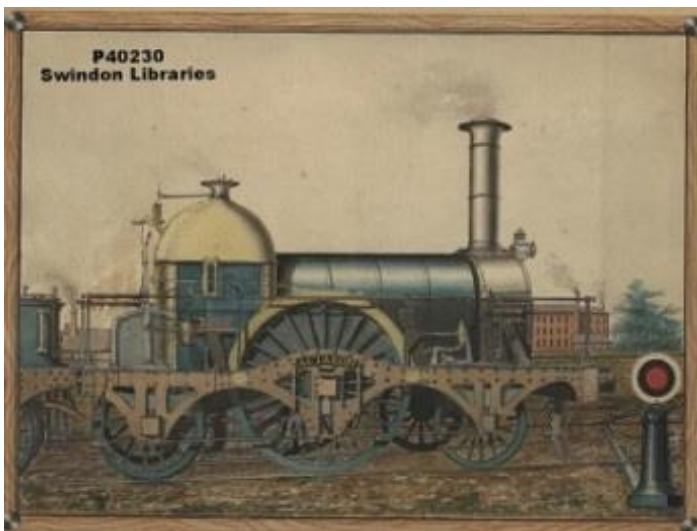
Het eindstation in Londen werd Paddington. Onderweg moesten diverse kunstwerken gebouwd worden. Een ervan is de brug bij Maidenhead. Deze brug over de Theems bevat twee bogen van elk 39 meter lang en dat zijn nog steeds de breedste en platste bakstenen bogen ter wereld.

Bij Bath werd de "Box tunnel" gegraven. Ruim drie kilometer lang met een neerwaartse helling van 1 op 100 richting westen. Velen dachten dat de trein een ongecontroleerde snelheid zou krijgen, maar het werkte prima. In juni 1841 was de tunnel klaar. En als blijk van zijn virtuositeit: op 9 april, zijn verjaardag, schijnen de laatste zonnestralen 's avonds precies door de tunnel...



Met de bouw van de tunnel was de spoorlijn compleet en Brunel had al uitbreidingen in gedachten naar Oxford, Gloucester en Exeter. Voor die laatste bestemming moest de brug over de rivier de Tamar, bij Saltash, gebouwd worden. Het is een hangbrug, waarbij de brug gedragen wordt door de grote buizen. British Rail gebruikt hem nog dagelijks.

Nu moest er rijdend materieel komen. De wagons vormden geen probleem, maar op een of andere manier lukte het Brunel niet om een goede locomotief te ontwerpen. Hiervoor nam hij Daniel Gooch in dienst, die voorheen bij Stephenson werkte. Op 1 juni 1841 werd de lijn geopend met 400 gasten aan boord. Drie jaar later legde de Firefly klasse 2-2-2 *Actaeon* locomotief in 5 uur tijd de 630 kilometer van Londen naar Exeter af. In het spoorwegmuseum in Didcot staan twee mooie replica's van de "Firefly" en de "Iron Duke".



Na de aanleg van de spoorlijn Londen-Bristol heeft Brunel geëxperimenteerd met zijn "atmosferische spoorweg". Daarover in een volgend artikel meer.

Londen - New York

Tijdens het vorderen van de spoorlijn vormde zich bij Brunel het plan om de route uit te breiden tot New York. Per trein van Londen naar Bristol en dan overstappen op een oceaanstomer. Brunel koos van meet af aan voor een stoomschip, zeer tegen de tijdsgeest in. Men dacht dat de voorraad steenkool snel op zou zijn en dat die brandstof bovendien zoveel ruimte zou innemen dat er geen plaats meer zou zijn voor vracht en passagiers. Maar Brunel was ook wiskundige en had



berekend dat als een schip qua inhoud toenam, de weerstand in het water in verhouding veel minder toenam. Dus hoe groter hoe economischer.

Brunel kon de kooplieden van Bristol weer overtuigen en de *Great Western Steamship Company* werd opgericht. Het eerste schip, de "Great Western", werd nog traditioneel van eikenhout gebouwd, was 72 meter lang, had 3200 ton waterverplaatsing en de aandrijving bestond uit schoepraderen. Voor de zekerheid had het ook zeilen. In 1838 werd het te water gelaten. De 750 pk *Maudslay* stoommachine had cilinders met een slag van 2,1 m. De schoepraderen waren 8,5 m in diameter.

De eerste tocht naar New York nam 15 dagen en 5 uur in beslag. Een zeilschip had daar nog 35 dagen voor nodig. Bij aankomst in New York was in het ruim nog 200 ton steenkool over. De schoepraderen die op rivieren uitstekend voldeden, waren op de ruige oceaan echter geen succes. Soms kwamen ze bij onstuimig weer geheel onder water te staan om op een volgend moment droog te draaien. Toch werden er 74 heen- en terugreizen met het schip gemaakt. Inmiddels was de "Blue Riband" competitie gestart, een trofee voor de snelste Atlantische overtocht. Hoog tijd dus voor een sneller schip.



SS Great Britain

Brunel nam voor zijn nieuwe schip twee belangrijke beslissingen. Ten eerste bouwde hij zijn *Great Britain* geheel van smeedijzer en hij besloot op een laat moment in de ontwikkeling tot het gebruik van een zesbladige schroef van *Francis Pettit Smith*. Een ijzeren schip en het noodzakelijke kompas gaven uiteraard problemen. De Britse astronoom Airy vond de oplossing -met correctiemagneten. De schroef werd uitgebreid getest tijdens proefvaarten met een klein schip. In de zomer van 1843 werd de *Great Britain* te water gelaten. Het was een gigant voor die tijd, met een lengte van bijna 100 m en een waterverplaatsing van 3675 ton.

De sluis in de verouderde haven van Bristol bleek echter een obstakel, zodat de nieuwe ligplaats Liverpool werd.

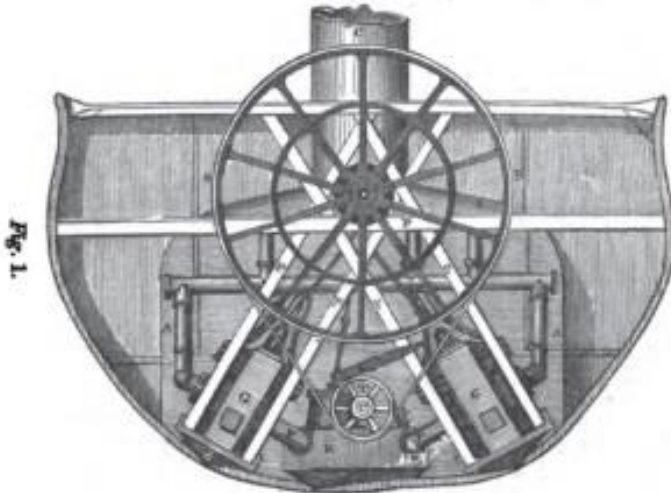
De *Great Britain* maakte de oversteek naar New York in 14 dagen. De luxe aan boord was ongekend voor de 360 passagiers. De stevigheid van het schip werd duidelijk toen het na de vierde overtocht bij Ierland aan de grond liep. Geen ander schip zou dit overleefd hebben, maar de *Great Britain* vertoonde geen schade.

Het schip kwam na een rijk leven uiteindelijk op de Falkland eilanden te liggen, als pier. In 1970 werd het teruggehaald naar Bristol en is sindsdien te bezichtigen. Die Falkland periode heeft de scheepshuid





onder de waterlijn echter flink aangetast. In feite is het een soort bladerdeeg geworden en om het schip te behouden is de onderzijde in 2005 met glazen platen luchtdicht afgesloten bij een vochtigheid van 20%.



De Great Britain beschikte over een stoommachine met een vermogen van 1000 pk en een gewicht van 340 ton. Het was een verbeterde versie van een patent van Sir Marc Brunel. De stoommachine bestond uit twee cilinders van 220 cm diameter en een slag van 180 cm.

Beide cilinders stonden onder een hoek van 60° en de machine draaide bij 18 omwentelingen per minuut.

Stoom werd opgewekt in drie 10 m lange, 6,7 m hoge en 3 m. brede “vierkante” zoutwater (!) ketels bij een absolute druk van 1,33 kg/cm². Er werd ook een condensor gebruikt, niet om zoet water te verkrijgen, maar voor de onderdruk.

De beweging naar de schroef werd versneld door het grote vliegwiel via een ketting met het kleinere tandwiel op de schroefas te verbinden, zodat de zesbladige propeller 52 toeren maakte bij een snelheid van 22 km/h.

De ketels bevatten 200 ton zeewater en de voorraad steenkool bedroeg 1200 ton.

In de SS Great Britain staat een replica van de indrukwekkende machine. Dit is echt een aanrader om eens te bekijken.

SS Great Eastern

In 1851 begon Brunel met het werk aan de “Great Eastern”, een schip dat vier maal groter was dan de Great Britain. Het kreeg een dubbele romp, verdeeld in 22 compartimenten. Ook dit schip had zeilen om van de wind te kunnen profiteren. Het was 211 m lang en 29 m breed (36 m ter hoogte van de schoepraderen), met als aandrijving 5000 pk op de schoepraderen en 6000 pk op de schroef. De waterverplaatsing bedroeg 32.000 ton.

Het schip werd echter geplaagd door problemen. Brunel kon niet opschieten met de scheepbouwer Scott-Russell, de kosten waren te laag beraamd, de bouw duurde langer dan gepland en er waren problemen met de geldschietters, zakenlieden en onderaannemers. Men deed uiteindelijk een half jaar over de tewaterlating, maar de zieke Brunel kon die niet meer bijwonen en kreeg kort daarna een beroerte. De fatale slag werd voor hem de explosie van de waterverwarmingsketel aan boord. Hij overleed op 15 september 1859.

Het schip heeft eenmaal de retourreis naar New York gemaakt en twee tweedaagse cruises. Daarna werd het schip omgebouwd tot succesvol legger van de eerste telegraafkabels in de Atlantische en Indische oceanen. In 1889 werd het schip gesloopt.