








DR. ING. AUREL STODOLA

(1859 – 1942)

Vedec svetového formátu a technický literát, zakladateľ teórie parných a čiastočne aj plynových turbín

-  **strojný inžinier**
-  **konštruktér**
-  **matematik**
-  **pedagóg**
-  **humanista**



Výstava Aurel Stodola – majster techniky sa koná v rámci implementácie projektu PopVaT – Popularizácia vedy a techniky na Slovensku. Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ.



4 Kalendárium
6 Súkromný život
10 Štúdium, práca, rodinný život
14 Aurel Stodola – pedagóg
16 Najvýznamnejší prínos A. Stodolu a ocenenia
18 Aurel Stodola – konštruktér
24 Vedecká činnosť
28 Otec parných a plynových turbín
32 Stodola – filozof a etik
34 Stodola a Slovensko
36 Historický význam
44 Použitá literatúra, zdroje

Bádanie A. Stodolu spadá do konca 19. a začiatku 20. storočia. Možno ho rozdeliť do týchto oblastí:

- teória a konštrukcia parných turbín
- automatická regulácia strojov
- regulácia vodných turbín
- projekcia a stavba spaľovacích turbín a parných strojov

Stodola pochoval parný stroj, ktorý dominoval v 19. storočí a stál pri zrode novej generácie rotačných tepelných strojov – parných a plynových turbín. Nepokladáme ho za vynálezcu turbín, ale za takého objaviteľa, ktorý posunul svetový technický pohyb významne dopredu. Je objaviteľom významného termodynamického Gouy-Stodolovho zákona. Ako mnohostranná osobnosť nepochybne prekročil hranice svojej doby.

Keď mal **Albert Einstein** – Stodolov žiak, jeden z najväčších géniov ľudstva, zhodnotiť dielo A. Stodolu, napísal: „Keď do rúk beriem pero, aby som napísal niekoľko slov o profesorovi Stodolovi, o majstrovi techniky, o jemnom, a prítom pevnom mužovi, cítim, že moje vyjadrovacie schopnosti sú príliš obmedzené, aby som sa k takému človeku zachoval tak, ako si to zasluhuje...“



- 11. 5. 1859 🍷 narodený vo Vrbickom Huštáku, garbiarskom predmestí župného mesta Liptovského Sv. Mikuláša
- od 1869 🍷 stredoškolské štúdiá v Kežmarku, Levoči a na Štátnej reálnej škole v Košiciach
- 1876 🍷 maturita v 17-tich rokoch
- 1877 – 1880 🍷 štúdiom na Zürišskej univerzite a štúdiom strojného inžinierstva na Technickej vysokej škole v Zürichu
- 1880 – 1882 🍷 práca v rámci študijnej praxe, Strojárne štátnych uhorských železníc, Budapešť
- 1883 🍷 štúdiom techniky v Charlottenburgu
- 1884 🍷 štúdiom techniky v Paríži, Sorbonna a súbežná práca v strojárni Harmann-Lachapelle
- 1884 – 1885 🍷 rekonštrukcia rodinného podniku Kováč a Stodola v Liptovskom Mikuláši
- 1886 – 1892 🍷 zamestnaný ako inžinier a konštruktér vo firme Ruston a spol. v Prahe
- 29. 1. 1887 🍷 svadba s Darinou Pálkovou
- 30. 3. 1889 🍷 narodenie dcéry Heleny Anny
- 13. 6. 1891 🍷 narodenie dcéry Olgy Emmy
- 1892 🍷 pozvanie učiť na Technickej vysokej škole v Zürichu
- 1897 – 1900 🍷 vybudovanie strojného laboratória
- 1901 🍷 čestný doktorát Filozofickej fakulty Zürišskej univerzity
- 1902 🍷 pozvanie do Petrohradu
 - 🍷 zásadná prednáška na zjazde Spolku nemeckých inžinierov
- 1903 🍷 prvé vydanie diela Parné turbíny a výhľady tepelných strojov
- 1905 🍷 udelenie titulu Dr. h. c., Vysokej školy technickej v Hannoveri
 - 🍷 pozvanie do Budapešti
- 11. 10. 1905 🍷 rodina Stodolovcov získala občianstvo kantónu Zürich
- 1906 🍷 člen korešpondent Francúzskej akadémie vied
- 1908 🍷 udelenie Grashofovej medaily, najvyššieho vyznamenania Spolku nemeckých inžinierov
- 1912 🍷 posledná návšteva rodiska na pohrebe matky Anny Stodolovej
- 1915 🍷 konštrukcia pohyblivej umelej ruky v spolupráci s nemeckým chirurgom F. Sauerbruchom
- 1926 🍷 čestný doktorát Vysokej školy technickej v Brne

- 1928 🍷 smrť dcéry Heleny
- 1929 🍷 zahraničný člen Masarykovej akadémie práce v Prahe
 - 🍷 čestný doktorát Českého vysokého učenia technického v Prahe
 - 🍷 odchod do dôchodku
- 1931 🍷 vydanie diela Myšlienky o svetonázore z hľadiska inžiniera
- 1935 🍷 smrť manželky Dariny
- 1939 🍷 spolupráca pri uvedení prvej plynovej turbíny v Neuchatel
- 1940 🍷 udelenie Medzinárodnej medaily Jamesa Watta
- 25. 12. 1942 🍷 zomrel v Zürichu v 84. roku života
- 10. 5. 1989 🍷 uloženie pozostatkov manželov Stodolovcov do rodnej zeme v Liptovskom Mikuláši



Portrétna busta A. Stodolu v Múzeu Janka Kráľa v Liptovskom Mikuláši



Ivan Stodola v diele *Môj strýko Aurel* hodnotil svojho strýka nielen ako veľkého učenca, ale aj ako človeka s dobromyseľnými, láskavými povahovými črtami. Prof. Křivánek, jeho žiak, o ňom hovoril: „Bol to čestný muž v pravom slova zmysle, priateľský k ľuďom, dobrého srdca, dobromyseľný.“

Aurel Stodola sa narodil do rodiny garbiara vo Vrbickom Huštáku – predmestie Liptovského Sv. Mikuláša. Garbiarsky majster, Ondrej Stodola a jeho manželka Anna, rodená Kováčová, boli spoluvlastníkmi malej garbiarskej fabriky, ktorá bola zaregistrovaná, ako prvá slovenská firma v Rakúsko-Uhorsku. Jeho otec bol tiež vrbicko-huštáckym richtárom po dobu šiestich rokov a jeho švagor, Aurelov ujo Jozef Kováč, stál na čele obecnej rady celé desaťročie.

Najväčším bohatstvom tejto slovenskej rodiny boli štyria synovia, z ktorých vyrástli významní činitelia v národných dejinách a jeden vedec svetového mena.

Ondrej Stodola spolu s manželkou Annou vychovali štyroch synov: Jozefa, Aurela, Emila a Kornela v prísnej disciplíne. Treba zdôrazniť, že miestne cechy sa vyznačovali disciplínou svojich členov. Artikuly cechov dbali na mravné správanie členov, ktorí potom vo vlastných rodinách viedli deti v kresťanskom, prísnom a skromnom duchu. Podľa týchto zásad vstúpili aj Stodolovci svojim deťom pracovitú, pravdovravnú, statočnú, a tým im zakódovali pevný a mravný základ. Oboznamovali deti s domácou a svetovou literatúrou. Dali im aj hudobné vzdelanie. Viedli ich najmä k tomu, aby si súčasne s vedomosťami vypestovali hlboký vzťah k národu a viere (evanjelickej cirkvi). Životy ich synov boli dôkazom toho, že sa im podarilo zo svojich detí vychovať nielen dobrých odborníkov, ale ľudí, ktorí mali bez ohľadu na charakter humánneho či technického vzdelania hlboký duchovný rozmer a vo svojom okolí vyvolávali obdiv svojou všestrannosťou.



Otec Ondrej Stodola



Matka Anna, rod. Kováčová

Zo synov manželov Stodolovcov sa stal najslávnejším ich druhorodený syn Dr. Ing. Aurel Stodola. Svojou celoživotnou prácou získal najväčšiu svetovú povest' a uznanie zo slovenských vedcov. Na rozdiel od svojich súrodencov prežil podstatnú časť svojho tvorivého života v zahraničí. Patril k tým slovenským vedcom a technikom, ktorí v dôsledku národného útlaku a zlých sociálnych podmienok nenašli uplatnenie doma, ale v cudzine. Veda na území dnešného Slovenska v druhej polovici 19. stor. a na začiatku 20. stor. mala mimoriadne ťažkú situáciu. Neexistovali tu vedecké inštitúcie vo vlastnom zmysle slova. Chýbali laboratória s vedeckými prístrojmi, ktoré si vyžadoval náročnejší vedecký výskum. Odchod do zahraničia, najmä vyspelé školstvo a priemysel týchto krajín, umožnil mnohým slovenským vedcom zaoberať sa kľúčovými otázkami vedy a techniky. Z týchto vedcov práve Aurel Stodola dosiahol v cudzine najväčšie úspechy a pocty. Vošiel do dejín vedy, ako otec parných turbín. Podmienky, ktoré poskytovala cudzina, pomohli Aurelovi Stodolovi, aby sa vyprofiloval na vedca a technika svetového mena. Aurel Stodola však nezostal len na týchto čisto vedeckých a technických pozíciách.



Sprava: Aurel, Jozef, Emil a najmladší Kornel

A. Einstein vyjadril presvedčenie, že Stodola, ak by sa bol narodil skôr, bol by umelcom:

„Keby sa bol Stodola narodil za renesancie, bol by sa stal veľkým maliarom alebo sochárom, pretože najväčším impulzom jeho osobnosti je fantázia a nevyhnutnosť tvoriť. Už sto rokov takéto povahy inklinujú k technike. V nej sa vybija tvorivá nevyhnutnosť nášho veku spolu s jeho náruživosťou. I keď hlavnou silou Stodolovej práce bola kvitnúca tvorivá činnosť, jednako jeho sila bola v neustálej túžbe po poznaní a v mimoriadnej jasnosti jeho myslenia.“



ŠTÚDIUM, PRÁCA, RODINNÝ ŽIVOT



Aurel Stodola získal základné vzdelanie v Liptovskom Mikuláši, stredoškolské štúdium absolvoval v Kežmarku, Levoči a Košiciach. Po maturite v Košiciach v r. 1877 sa rozhodol pre technické štúdium v Budapešti. Od roku 1878 študoval na Technickej vysokej škole v Zürichu (Eidgenössische technische Hochschule). Táto škola mala už od čias svojho vzniku v roku 1855 medzinárodný charakter. Pôsobili tu Nemci, Angličania, Američania, profesori z vtedajšieho cárskeho Ruska a z Rakúsko-Uhorska. Zloženie študentov bolo tiež medzinárodné. V roku nástupu Aurela Stodolu do školy bola vyše polovica študentov zo zahraničia. V Zürichu študoval Stodola metafyziku, logiku, psychológiu, geometriu a súčasne navštevoval prednášky z angličtiny a francúzštiny. Venoval sa aj hudbe. Hral v študentskom orchestri.

Budova Polytechniky v Zürichu z čias, keď tam A. Stodola študoval

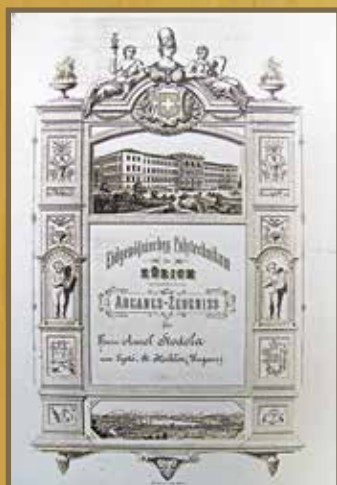


Maturitná fotografia



Dcéry Helena a Oľga (1894)





VŠ diplom strojného inžiniera



Deňník A. Stodolu

Štúdium si Aurel Stodola dopĺňal ešte i popri zamestnaní. V rokoch 1881 – 1883 pracoval ako strojný inžinier v Strojárni uhorských železníc v Budapešti, potom na vysokej škole v Charlottenburgu a súčasne pokračoval v štúdiu so zameraním na fyziku a národné hospodárstvo na univerzite v Berlíne. V roku 1884 prešiel do Paríža, kde opäť popri zamestnaní u firmy Hermann-Lachapelle študoval na Sorbonnskej univerzite. V nasledujúcich dvoch rokoch (1884 – 1886) pomáhal pri obnove a modernizácii otcovej továrne v Liptovskom Mikuláši, ktorú zničil požiar. Po skončení prestavby rodinnej fabriky, sa Stodola v rokoch 1886 – 1892 zamestnal ako inžinier a konštruktér u firmy Ruston a spol. v Prahe. V roku 1892 odišiel na pozvanie predsedu školskej rady a odporúčanie svojho bývalého profesora H. Doerfla do Zürichu, kde pôsobil 37 rokov (až do dôchodku v roku 1929) ako vysokoškolský profesor. Zürichu ostal verný aj napriek tomu, že miesto profesora mu ponúкло 8 európskych miest.

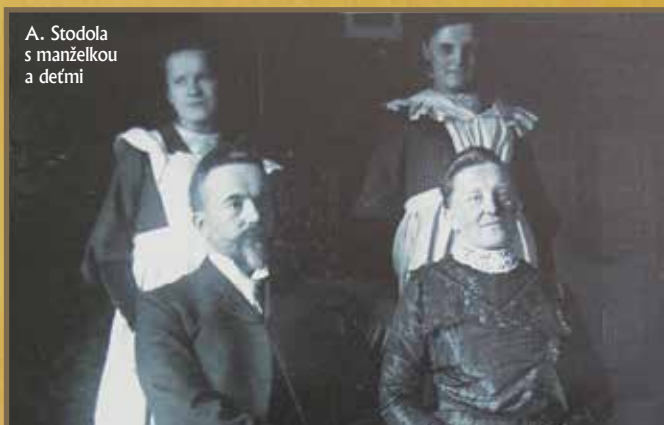
V roku 1887 sa oženil s dcérou liptovského garbiara Darinou Pálkovou. Dcéry Helena Anna a Oľga Ema sa narodili v Liptovskom Mikuláši. Po odchode do Švajčiarska udržiaval kontakty s príbuznými. Osobitný vzťah mal ku svojmu synovcovi, spisovateľovi Ivanovi Stodolovi. Stodolu hlboko a bolestivo zasiahol dobrovoľný odchod dcéry Heleny zo sveta.

V roku 1905 bolo Stodolovi a jeho rodine udelené mestské občianstvo v Zürichu. Do dôchodku odišiel v roku 1929. Žil v Zürichu až do svojej smrti dňa 25. 12. 1942. Pozostatky Aurela Stodolu a jeho manželky boli v roku 1989 pri príležitosti 130. výročia jeho narodenia prevezené na cintorín do Liptovského Mikuláša.

Darina a Aurel Stodolovci v Zürichu



A. Stodola s manželkou a deťmi



Na návšteve u strýka Aurela v r. 1937



AUREL STODOLA – PEDAGÓG



Keď povolali Aurela Stodolu v roku 1892 na vysokú školu do Zürichu, bolo to vlastne jeho vykúpenie a miesto pre uplatnenie talentu. Bol si vedomý toho, že byť profesorom na jednej z najlepších svetových škôl je mimoriadnou poctou a aj príležitosťou. Tejto univerzite ostal verný až do odchodu do dôchodku, hoci ho pozývali učiť do Hannoveru, Viedne, Budapešti, Prahy, Brna, Petrohradu aj do Harvardu. Katedru stavby strojov viedol Stodola až do svojej sedemdesiatky. Pri katedre zriadil vynikajúce strojnícke laboratórium, ktoré sa stalo jedným z najmodernejších v Európe. Vplyv Stodolu na európsku techniku bol výnimočne veľký. Na vedeckých podujatiach bol vždy stredobodom pozornosti.



„V každom ročníku je určitá garda študentov, ktorá v plnej, ba často aj prevýšenej miere uspokojuje všetky želania otca, učiteľa, priemyslu a štátu. Dovoľte mi preto vysloviť to, čo je už dávno vecou môjho srdca: pre túto gardu treba urobiť viac, ako sa dosiaľ urobilo. Bolo by krátkozrakosťou tvrdiť, že nadaný si aj sám nájde správnu cestu.“

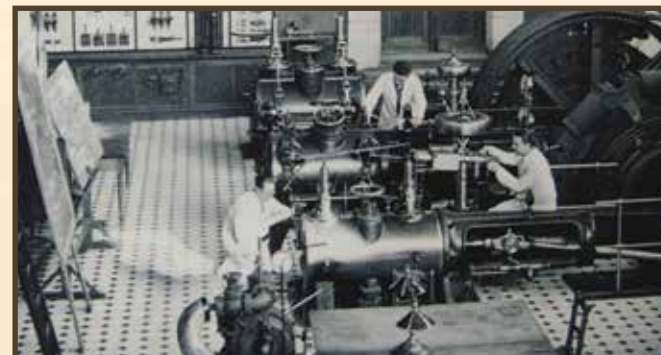
Súčasníci sa o Stodolovi vyjadrovali ako o rodenom pedagógovi s matematickým talentom a veľkým maliarskym umením. Vychoval stovky inžinierov z celého sveta. Založil fond na podporu sociálne slabších študentov. Stodola dokázal zaujať poslucháčov názornosťou výkladu. Vedel prednášať a zároveň rysovať, kresliť na tabuľu a výklad doložiť matematicky. Prednášal rýchlosťou hovorovej reči, takže text sa dal sledovať veľmi dobre.

Na praktických cvičeniach venoval pozornosť každému študentovi osobitne. Na základe pozorovania a úvah o živote korigoval nielen svoj prístup ku študentom, ale vo všeobecnosti odporúčal pedagógom venovať osobitnú pozornosť zvlášť nadaným a zvlášť menej nadaným študentom. Jeho slová o tom, aký prístup by mal zvoliť pedagóg k menej nadaným študentom, svedčia o jeho vnímaní a empatii:

„Kto má pedagogické skúsenosti, vie, že sú určité ťažkosti ako s preosievaním pri vstupe na štúdiá, tak s vylučovaním počas štúdií. Mali by sme však odstrániť tú tienistú stránku, že snažívi, ale menej nadaní študenti opúšťajú školu bez toho, aby získali určité potvrdenie, diplom o svojich vedomostiach a lúčia sa s nami s ťažkou duševnou ranou. Povinnosťou vysokej školy je ujať sa všetkých, ktorí boli prijatí, teda aj tých menej nadaných, a zvýšením počtu učiteľských síl dať príležitosť všetkým na rozvinutie duševných schopností.“



Rozsiahle strojnícke laboratórium, ktoré vybudoval A. Stodola



Merania na parných strojoch v laboratóriu



Uplatnenie priemerne nadaných študentov videl vo výrobe. Nadaných študentov považoval Stodola za gardu, cenné osobnosti, ktoré sú pre spoločnosť ziskom, a preto pre ich dozrievanie treba spraviť oveľa viac:

„...nemôžeme ich podporovať lepšie ako tým, že im poskytneme možnosť predĺžiť štúdium.“ Tieto Stodolove názory sú dodnes aktuálne.

NAJVÝZNAMNEJŠÍ PRÍNOS A. STODOLU A OCENENIA



Vedecké spoločnosti a vysoké školy Aurelovi Stodolovi udelili rad ocenení. Najvyššie získal v Anglicku – zlatá medaila Jamesa Watta, ktorá je obdobou Nobelovej ceny v technických vedách. Stodola bol prvým profesorom školy, ktorý toto ocenenie získal. Najvyššiu poctu, akú mohol technik vo svete získať, mu udelili v roku 1940 za celoživotné dielo.

Pri udeľovaní zlatej medaily Jamesa Watta Stodolovo dielo charakterizovali takto:

„...vytvoril vedu o parnej a plynovej turbíne práve tak, ako o odstredivom kompresore, čo bol jedinečný čin v dejinách strojného inžinierstva...“

Stodola získal počas svojho života mnoho významných ocenení. V roku 1905 získal na Hannoverskej univerzite doktorský titul Dr. h. c. (honoris causa – titul udeľovaný za významný prínos v určitom odbore), v roku 1909 získal rovnaký titul aj v Zürichu. V roku 1908 získal v Nemecku Grashofovu medailu od Spolku nemeckých inžinierov. Doktorát získal aj na technike v Brne, a aj na Technickom učení v Prahe. Profesorovi Stodolovi bola ponúknutá profesúra v Hannoveri, Karlsruhe, Viedni, Petrohrade, aj na americkej Harvardskej univerzite.

Je čestným členom viacerých svetových spoločností inžinierov.

O ňom samotnom vyšiel Slávnostný zborník k 70. narodeninám A. Stodolu z roku 2008, kde sú príspevky najvýznamnejších osobností vedeckého sveta.

Oprávnene môžeme povedať, že Aurel Stodola prekročil hranice svojej doby.

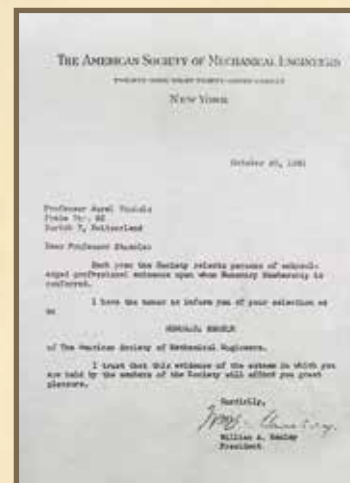
Všetci, ktorí poznali Stodolu, charakterizovali ho ako človeka mimoriadne pracovitého, ktorý každú chvíľku svojho života sa snažil čo najviac pozdvihnúť vedný odbor, v ktorom pracoval. Prídŕžal sa zásady mikulášskych mešťanov a zásad svojho otca: „Čo máš urobiť zajtra, urob dnes, čo máš zjesť dnes, zjedz až zajtra.“

Ešte pred Stodolovou smrťou začali sa intenzívne konštruovať a stavať spaľovacie turbíny na pohon lietadiel. Už v roku 1930 predpovedal, že lietadlá budú poháňať turbíny. Zrejme si v tej chvíli aj sám uvedomil, že aj jeho priekopnícke dielo k tomu príspeje.

Slovenská akadémia vied na jeho počesť oceňuje medailou A. Stodolu Za zásluhy v technických vedách najlepších



Švajčiarsky minister preberá zlatú medailu Jamesa Watta udeľenú A. Stodolovi



Čestné členstvo pre A. Stodolu od Amerického združenia inžinierov



Členský diplom Masarykovej akadémie práce z roku 1929

odborníkov na Slovensku. Cenu Aurela Stodolu udeľujú každý rok Slovenské elektrárne študentom vysokých škôl za najlepšie bakalárske, diplomové a dizertačné práce z oblasti energetiky.

Pri imatrikulácii prvých študentov Vysoké školy technickej M. R. Štefánika v Martine, 2. marca 1939, jej prvý rektor prof. Jur Hronec uviedol:

„Elektrina ako energia musí sa utvoriť, vlastne pretvoriť z inej energie vodnej či veternej. Preto bolo treba pracovať, aby táto energia bola účelne a ekonomicky využitá. V tomto ohľade zaslúžil sa náš krajan, Slovák z Liptovského Mikuláša. Je to prof. Dr. Ing. Aurel Stodola – profesor vysokej školy technickej v Zürichu, teraz už na odpočinku. Ing. Aurel Stodola je pýchou terajšieho inžinierstva celého sveta a my Slováci môžeme byť na neho hrdí. (...) Jeho veľké práce sú z odboru parných turbín zostanú navždy skvelou pamiatkou geniálneho a pracovitého inžiniera. (...) Mladí a milí priatelia, vezmite si ho za vzor a nasledujte ho v práci.“

AUREL STODOLA – KONŠTRUKTÉR



A. Stodola v konštruktívnej kancelárii firmy Ruston a spol.

Aurel Stodola mal povesť praktika, teoretika, kresliča, matematika a fyzika. Odborne začal rásť najmä vo firme Ruston a spol. v Prahe, v rokoch 1886 – 1892. V Prahe sa vypracoval na vynikajúceho konštruktéra, zdokonalil sa v technickom kreslení.

Pre jeho teoretické a praktické schopnosti mu zverovali stavbu strojov. Tu, ako konštruktér robil výpočty parných strojov, vodných turbín a kompresorov.

V tomto inšpiratívnom prostredí dokázal Stodola rozvinúť aj to, čomu sa hovorí „inžinierske oko“ a ani nie po roku svojho pôsobenia v Rustonke sa stal hlavným inžinierom v odbore parných strojov, piestových čerpadiel a dúchadiel. Prezieravo pochopil, že piestové parné stroje musia byť nahradené oveľa výkonnejšími motormi – parnými turbínami. Dokonale sa zoznámil s projektom rovnotlakovej parnej turbíny, ktorú v roku 1883 patentoval švédsky inžinier Gustaf Laval. Len o rok neskôr sa objavila Parsonsova pretlaková, viacstupňová turbína, už lepšie použiteľná v praxi. Stodola vypracoval teóriu prúdenia pár, navrhol najúčinnnejšie trysky a lopatkovanie a začal snívať o turbíne s výkonom 60 MW, ktorá by nahradila 35 veľkých parných strojov.

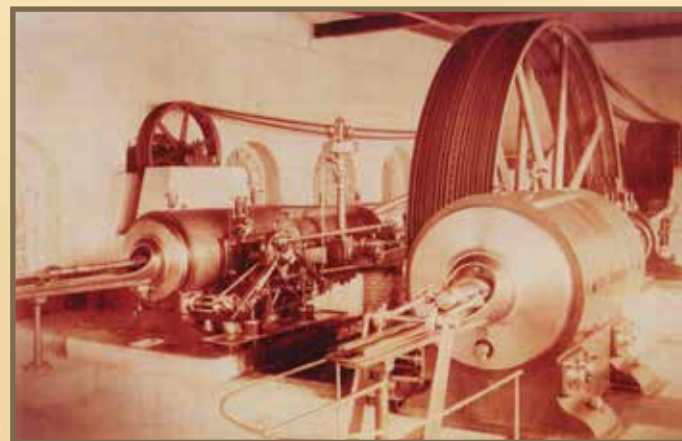
Z početných konštruovaných strojníckych zariadení v Rustonke, sa so Stodolovým menom spája hlavne čerpadlo pre Javorno systému Corliss-Compound, parné stroje pre firmu Bedřich Kubinský v Berouně, strojné zariadenie pre vodáreň v Linzi.

Vypracoval aj návrh parníka Cisárovná Mária Terézia, ktorý premával na hladine Bodamského jazera. Zemská jubilejná výstava v Prahe v roku 1891 predstavila veľkolepú prehliadku súdobého strojárstva. V strojovni a ďalších pavilónoch strojárskych výrobcov bolo umiestnených celkovo šesťdesiat parných strojov rôznych systémov, z ktorých väčšina bola návštevníkom predstavená za chodu. Niektoré z nich boli vyvinuté a postavené pod vedením Aurela Stodolu.

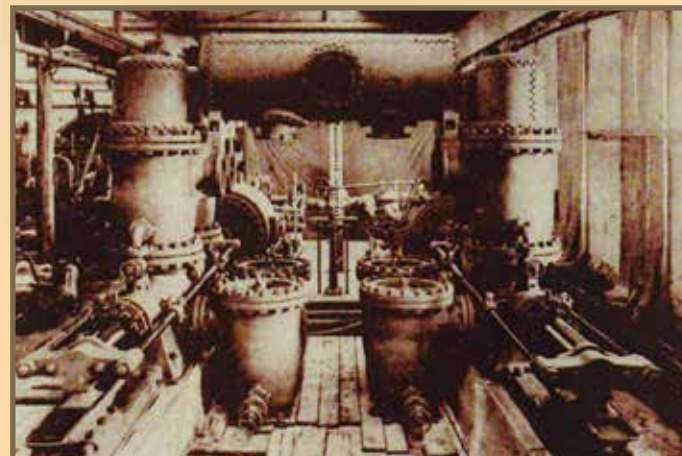
Po príchode do Zürichu bol pridelený na Katedru technickej mechaniky na ETH Zürich. Tu vybudoval rozsiahle strojnícke experimentálno-teoretické laboratórium.



Rustonka – pohľad na parné kotly

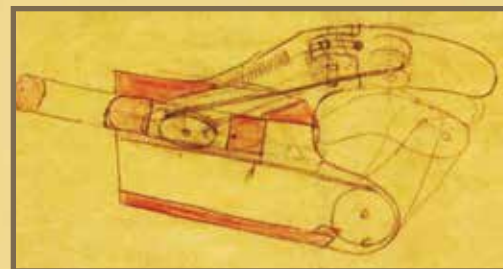


Parný stroj systému Corliss Comp



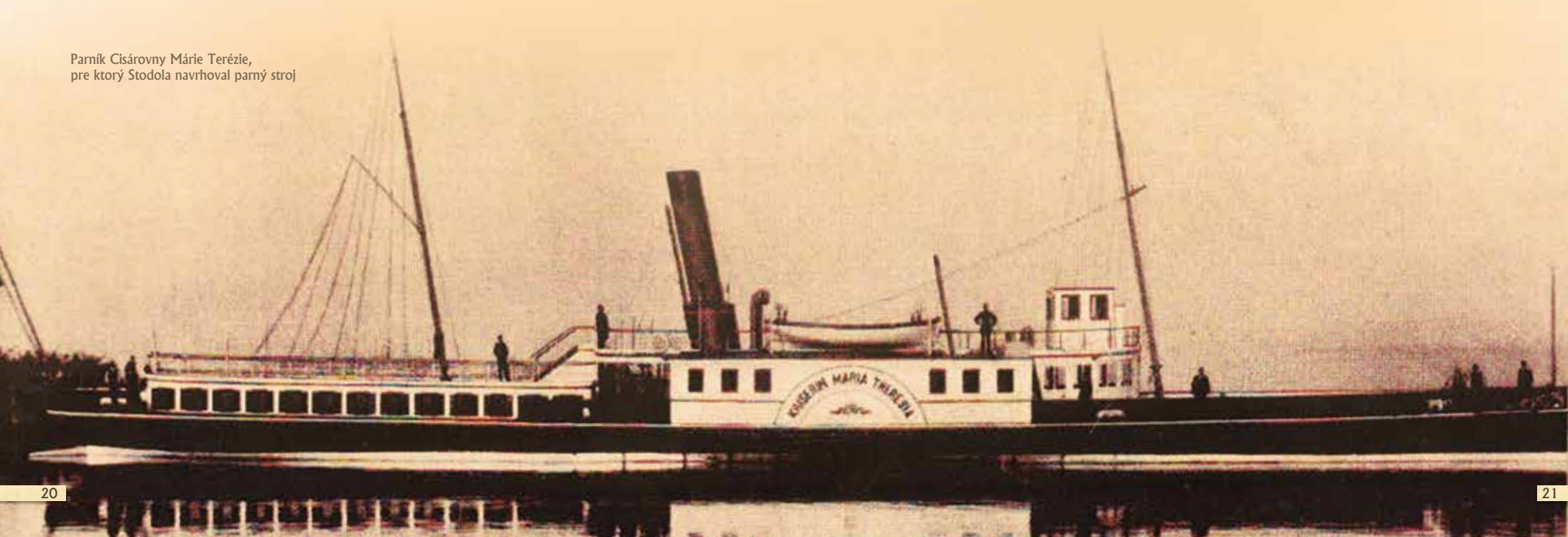
Čerpadlo pre Javorno konštruované A. Stodolom

AUREL STODOLA – KONŠTRUKTÉR

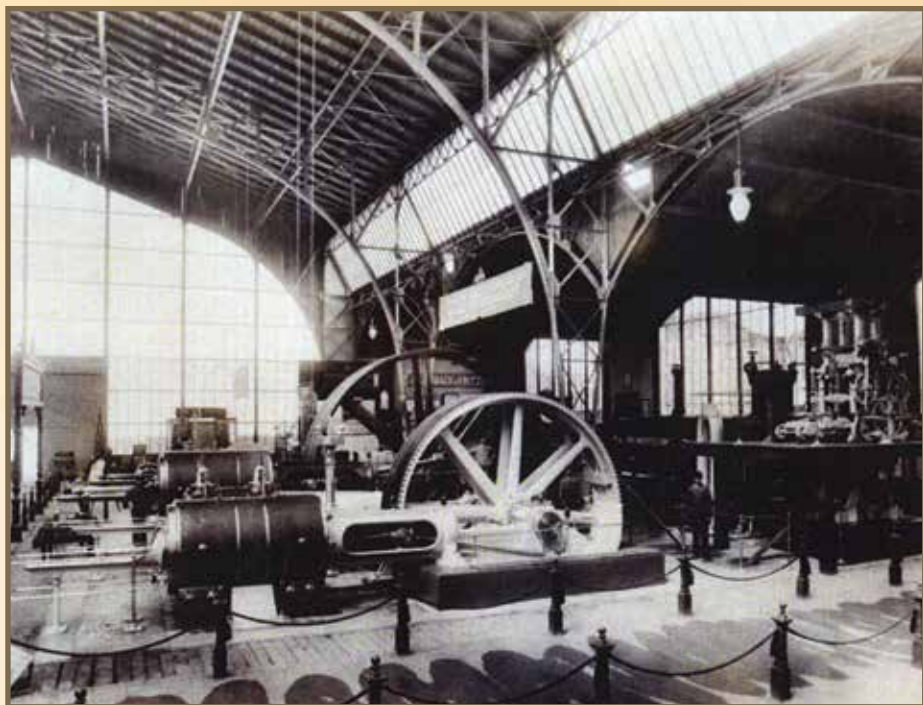


Ako konštruktér zasiahol aj do oblasti protetiky. V roku 1915 spolu s chirurgom F. Sauerbruchom skonštruoval pohyblivú umelú ruku. K prvým reálnym úspechom viedla Stodolova ruka širokého úchopu (Breitgreifhand), ktorú predstavili verejnosti vo februári 1916. Bola to prvá ovládateľná protéza ruky, na ktorej sa prsty otvárali a zatvárali na základe telom vyslaných povelov. „Táto Stodolova ruka slúžila robotníkom s amputovanou končatinou najmä vo všedný deň. Skonštruovali sme ale aj „nedel'nú ruku“, alebo „širokú či jemnú ruku“ – spomína si na začiatky ich spolupráce slávny chirurg.

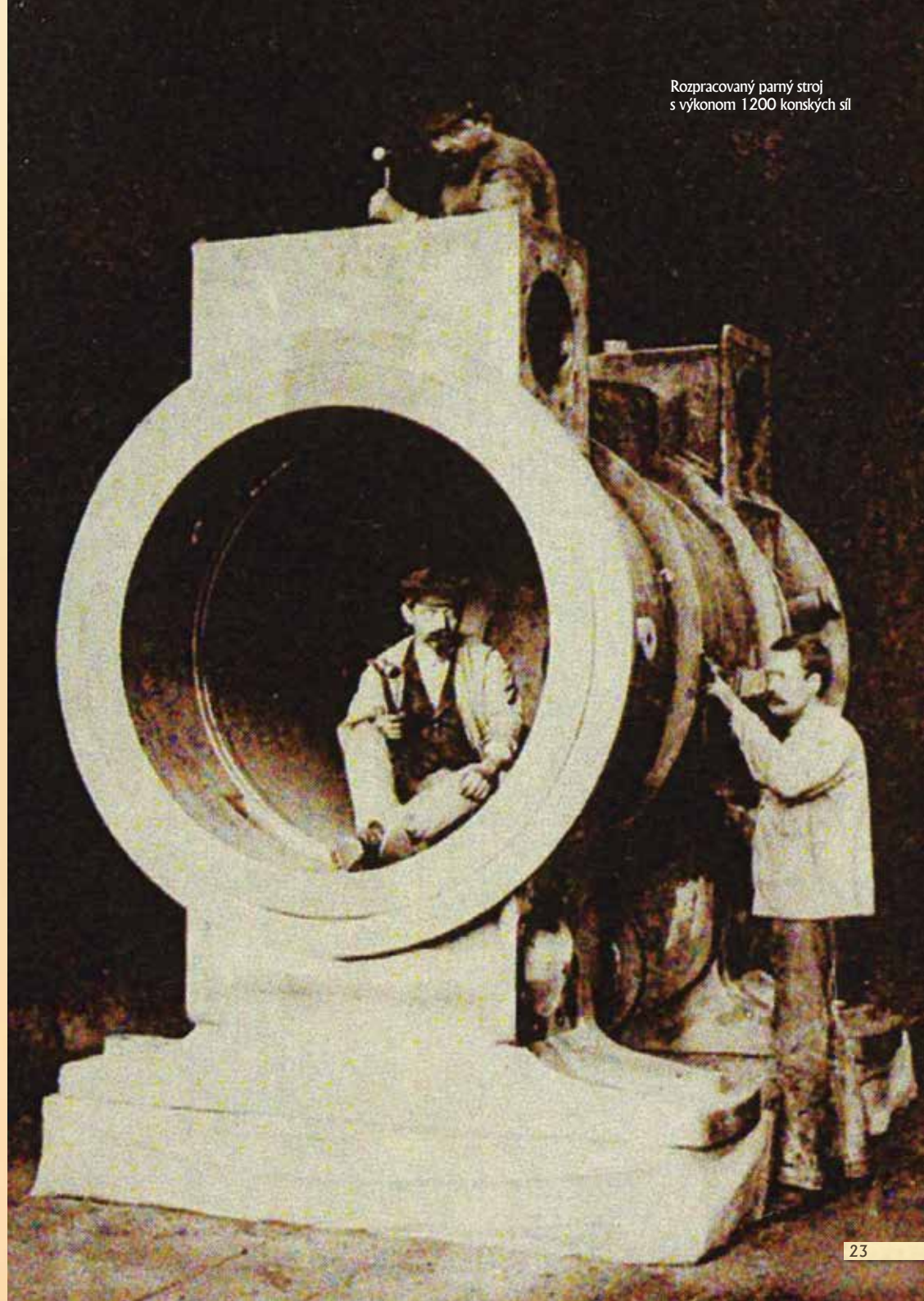
Parník Cisárovny Márie Terézie, pre ktorý Stodola navrhoval parný stroj



AUREL STODOLA – KONŠTRUKTÉR



Expozícia Rustonu na Jubilejnej zemskej výstave v Prahe



Rozpracovaný parný stroj
s výkonom 1 200 konských síl



Prvé vedecké práce Aurela Stodolu v Zürichu sa zaoberali reguláciou vodných strojov. Ťažisko jeho vedeckej činnosti spočíva v oblasti teórie automatickej regulácie a vo vedeckých základoch navrhovania a konštrukcie parných a spaľovacích turbín. Jeho najväčším dielom je kniha *Parné a spaľovacie turbíny (Die Dampf – und Gasturbinen)*, ktorá bola preložená do niekoľkých jazykov. Stodola bol tiež autorom grafického výpočtu ohybových a krútvých kmitov nosníkov a hriadeľov, ktorý sa používa aj dnes. Stal sa tak jedným zo zakladateľov mechaniky strojov.

Stodolove vedecké práce v uvedených oblastiach majú základný význam. Ich zvládnutie si vyžiadalo realizáciu systematického, rozsiahleho výskumu, založeného na experimentálnych overeniach, praktických skúškach, výpočtoch, na vyhotovení rôznych tabuliek a diagramov. Len pomocou takéhoto výskumu bolo možné stanoviť priebeh jednotlivých dejov. Dôležitým momentom bolo, že Stodola spojil výskum s výrobnou praxou.



Jeho vedeckú činnosť môžeme zaradiť do troch fundamentálnych oblastí, ktoré skúmal:

- automatická regulácia strojov
- regulácia vodných turbín
- základ projekcie a stavby parných a spaľovacích turbín

Ak by sme chceli spraviť prehľad literárnych prác technického charakteru Aurela Stodolu, dali by sa rozdeliť do kategórií:

- Príspevky, ktoré Stodola uverejnil v časopise Zväzu nemeckých inžinierov. Od roku 1897 do roku 1928 v ňom publikoval 15 prác, z ktorých najvýznamnejšie sú: *Vzťahy medzi technikou a matematikou* (z roku 1897), *Prúdenie v dýzach a prúdové zariadenia* (z roku 1919), *Umelé končatiny a umelá ruka* (z roku 1915), ktorú nazval „*To je moja pomsta vojne!*“ Jeho výpočty a presné náčrty i praktické poznatky slúžia dodnes pri výrobe protéz.
- Literárne práce technického charakteru spracoval od roku 1897 až do roku 1928. Spolu to bolo 21 prác. Jednotlivé práce sú mimoriadne významné, stačí spomenúť aspoň tieto: *O riadení turbín*, *Parné turbíny*, *K teórii prechodu tepla z kvapalín alebo plynov na pevné steny* atď.

- Do tejto skupiny patria príspevky pre anglický časopis *Inžinierstvo*. Od roku 1915 do roku 1927 pripravil spolu 5 fundovaných prác. Mimoriadne vzácne sú tu príspevky: *O podchladení pary v dýzach* a *Výkonnosť pretlakového lopatkovania*.
- Príspevky pre Medzinárodný časopis pre vedu o turbínach. Napísal a uverejnil 9 vedeckých prác. Významné sú: *K teórii parných turbín*, *Parné a plynové turbíny s dodatkom o perspektívach tepelných hnacích strojov* a *O plynovej turbíne* (z roku 1922).

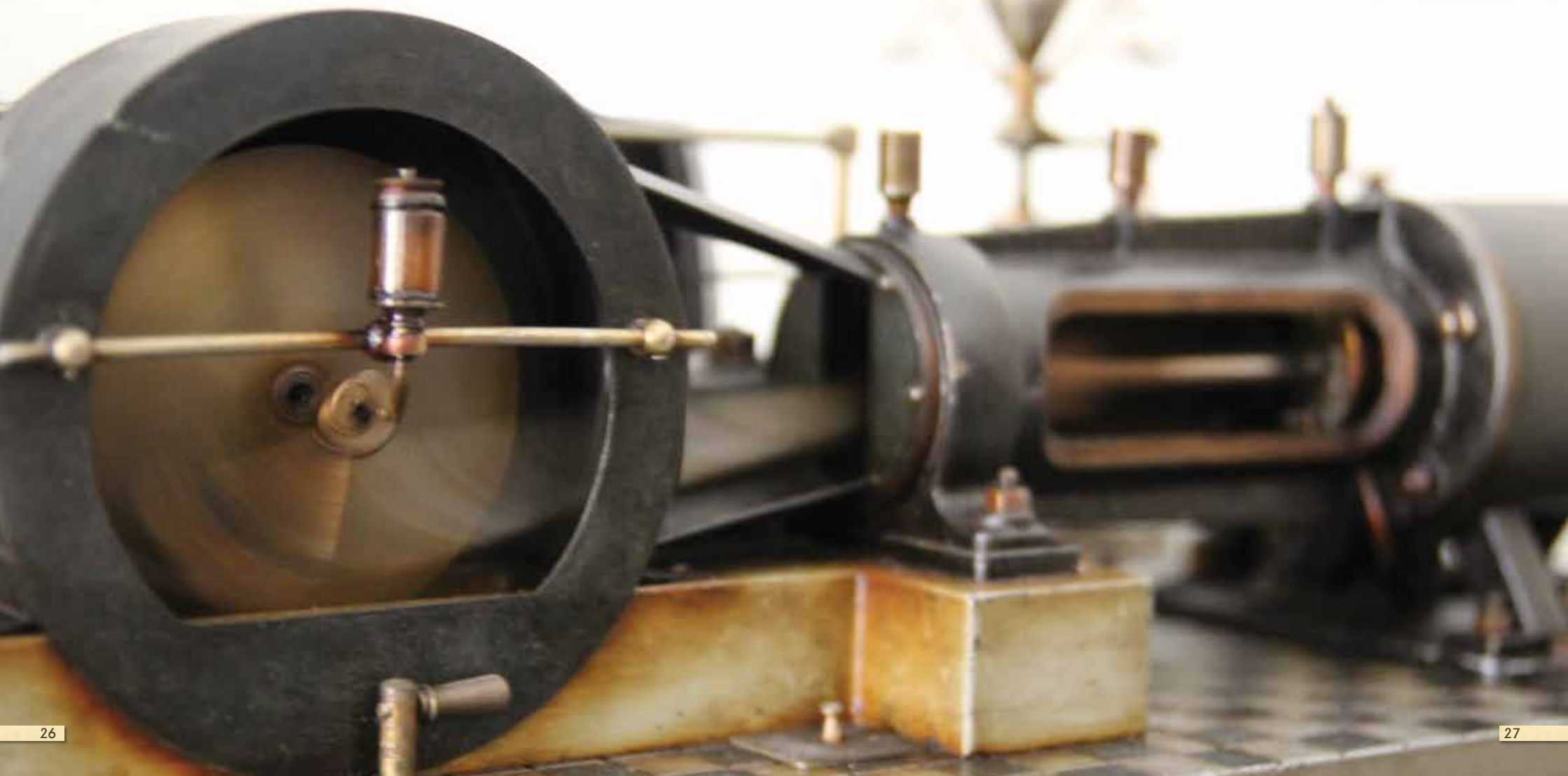
Mimoriadne vzácne sú jeho vedecké knihy: *Parné a plynové turbíny* a *Parné turbíny*. Výsledky svojich prác uverejnil vo svojej najvýznamnejšej monografii *O parných turbínach a o možnosti ich využitia*. Šieste vydanie malo 1157 strán s 1141 obrázkami a kresbami.

Z teoretických výsledkov je obzvlášť významný Gouy-Stodolov zákon, ktorý vysvetľuje energetické straty termodynamických premien, vznikajúcich v dôsledku ich nevratnosti.





Dynamický model jednovalcového
parného stroja s posúvačovým rozvodom





Parná turbína
Breitfeld-Daněk



Prvú parnú turbínu postavil Laval v roku 1883 a roku 1884 postavil Parsons prvú reakčnú turbínu. Aurel Stodola vo svojom diele *Parné a plynové turbíny*, ktoré bolo preložené z nemeckého originálu do piatich svetových jazykov, vypracoval náuku o stavbe parných turbín. Ide o šesť pôvodných knižných vydaní o parných a plynových turbínach, vydávaných od roku 1903 v berlínskom vydavateľstve Júliusa Springera. Každé z vydaní prinieslo niečo nové, doplnilo staré závery a obohatilo ich

o nové poznatky. Jeho práce osvetlili javy, ktoré nastávajú pri prúdení za rozličných okolností. Priekopnícky je jeho objav rázu pary. Stodola objavil i podchladenie pary pri prietoku dýzou. Bol priekopníkom nového odboru – plynových turbín.

Jeho základným dielom boli *Parné turbíny a výhľady tepelných strojov*. Tu Stodola zhrnul výsledky bádania v odbore parných turbín. Už v ranom období vývoja parných turbín pochopil veľký význam a perspektívu rozvoja tepelných motorov. Vo všeobecnosti sa v dejinách techniky pokladá za počiatok obdobia po roku 1910, kedy dochádza k prevládaniu parných turbín nad parnými strojmi a hlbšie sa skúmajú vlastnosti vodnej pary.

Druhé vydanie Stodolovho diela pravdepodobne nebolo recenzované. Objavilo sa až pri treťom vydaní. Tu sú už pozoruhodné zmeny, Stodola napríklad doplnil prácu o plynové turbíny. Toto vydanie z roku 1905 bolo členené do šiestich kapitol.

V roku 1910 vyšlo štvrté, prepracované a rozšírené vydanie s názvom *Parné turbíny*. Čo do počtu strán a vyobrazení bolo oproti tretiemu takmer zdvojnásobené. Recenzent zdôrazňuje, že práve toto vydanie na rozdiel od predchádzajúcich poskytuje záujemcom v prístupnejšej podobe stavbu a prevádzku parných turbín. Stodola otvorene predkladá čitateľom riešené problémy konštrukcie parných turbín, ktoré v samotnej podstate zložitej teórie nie sú ľahko riešiteľné. Napriek tomu je dielo písané viac pre praktikov, než pre teoretikov.

V roku 1922 vyšlo piate, prepracované a rozšírené vydanie Stodolovho diela, *Parné a plynové turbíny* v rozsahu 1111 strán, s 1104 vyobrazeniami a s 12 tabuľkami. Ide o klasické a jedinečné dielo v tejto oblasti. V porovnaní so štvrtým vydaním je rozšírené o viac než 400 strán. Pre tých, ktorí sa danou problematikou zaoberali, tu bola hlavne nová konštrukcia entropických tabuliek, ktoré vychádzali v tom čase z najnovších poznatkov v odbore.



OTEC PARNÝCH A PLYNOVÝCH TURBÍN

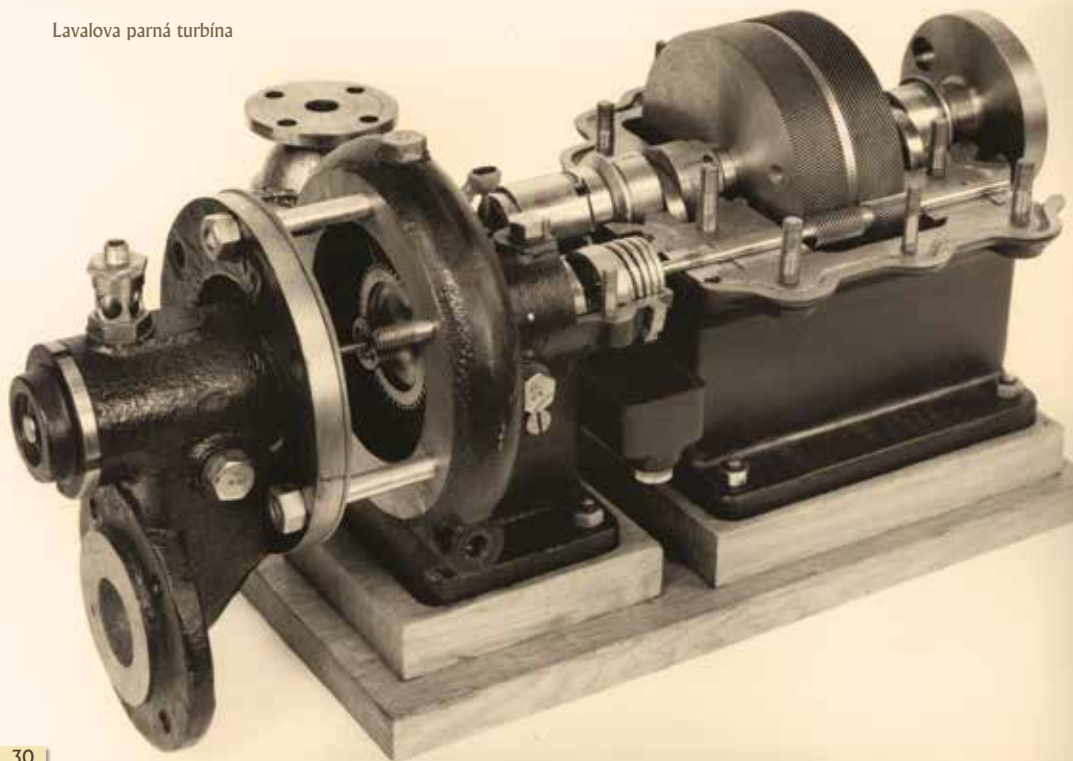


Významným prínosom piateho vydania boli nové vyobrazenia prierezov a vybavenie najmodernejších parných turbín od najznámejších európskych a amerických firiem. Vo všeobecnosti v tomto diele prevažujú systémy rovnotlakových parných turbín, u ktorých sa hodnotí nárast výkonu zvýšením otáčok. Väčšiu pozornosť Stodola venuje lodným parným turbínam a parnej turbíne, určenej pre lokomotívy.

Šieste vydanie z roku 1925 bolo oproti piatemu takmer nezmenené, až na krátky dodatok, ktorý vyšiel ešte v roku 1924. Je zo všetkých vydaní najrozsiahlejšie so svojimi 1157 stranami.

Stodola sa významnou mierou pričínal aj o rozpracovanie nového vedného odboru – teórie automatickej regulácie. Je zakladateľom nepriamych indirektných regulátorov. Túto teóriu prehĺbil na riešenie zložitých úloh nepriamej regulácie. Stodola správne predvídal v skromných počiatkoch stavby parných turbín zárodok ich nesmierneho vývoja a rozvoja.

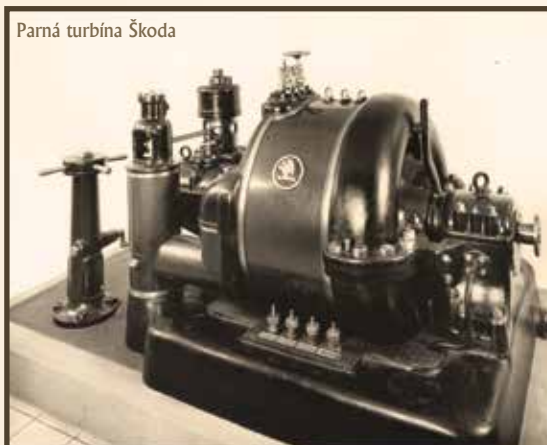
Lavalova parná turbína



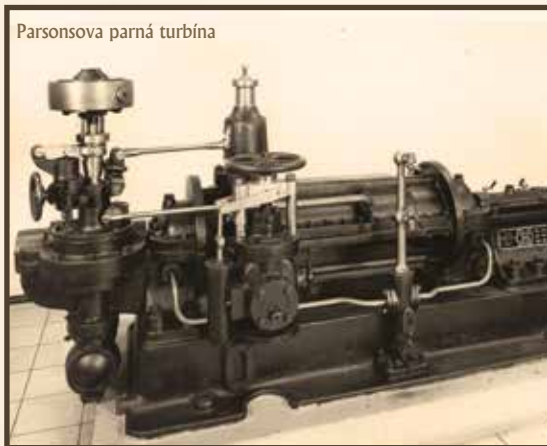
Zvoníčková parná turbína



Parná turbína Škoda



Parsonsova parná turbína





Stodola hovoril veľa o princípoch lásky, konania dobra a odpúšťania. V liste Einsteinovi píše: „Kaziaci sa politický a mravný vývoj, ktorý sa v Európe zvlášť ujal, musí sa plne v každom ohľade s ťažkými starosťami o budúcnosť prejavíť. Pobáda ma presvedčenie, že najlepšie je postaviť sa proti tomu duševným ovplyvnením ľudí! Treba zvlášť podporovať osobnosti, ktoré zlepšujú svoj vplyv srdcom.“

Do dejín filozofie vstúpil Stodola, ako autor práce *Úvahy k svetonázoru zo stanoviska inžiniera (Gedanken zu einer Weltanschauung vom Standpunkte des Ingenieurs)*, kde vyložil svoje svetonázorové a sociálne stanoviská. Dielo vyšlo päťkrát (prvé vydanie v Berlíne v roku 1931; tretie vydanie bolo čiastočne prepracované, prehĺbil v ňom svoje sociálne názory; štvrté, skrátené vydanie vyšlo v Zürichu v roku 1937 pod názvom *Die geheimnisvolle Natur – Weltanschauliche Betrachtungen – Tajuplná príroda – úvahy o svetonázore*).

Knihu začal písať vo veku 72 rokov. V odbornej literatúre je považovaná za filozofickú bilanciu 37-ročného účinkovania na Zürišskej univerzite. Dielo je súborom niekoľkých samostatných kapitol. Autor v ňom z pozície technika zaujal stanovisko nielen k sociálnym, ale aj filozofickým problémom doby, v ktorej žil. Poukazuje na vzájomne pozitívne a negatívne pôsobenie techniky a spoločnosti. Uvažoval o zmysle a budúcnosti vedy. Jeho výroky sú aj dnes stále platným apelom a akcentom na skvalitnenie našich názorov a nášho konania:

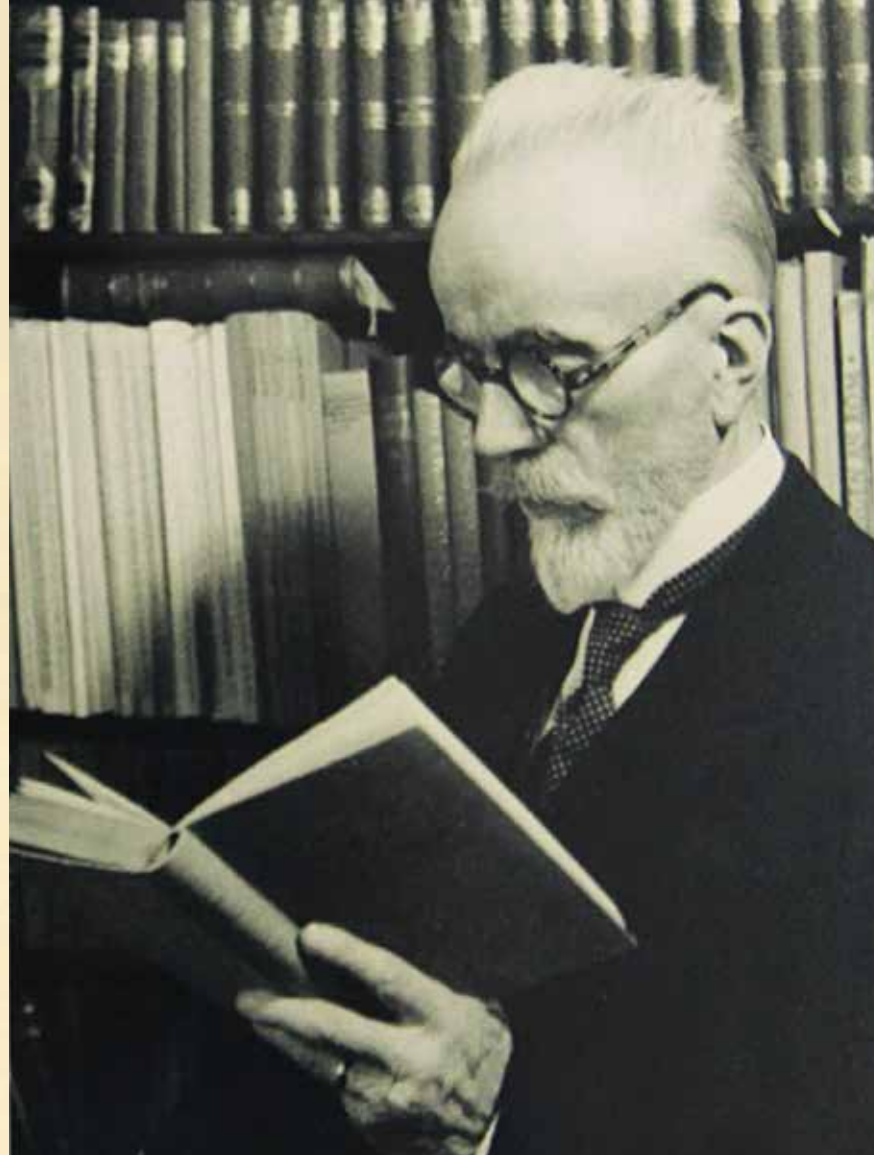
„A ty, zaznávaná veda, povedz tým nepriateľským kruhom sama, že tvoj úmysel i pôsobenie presahuje úzky okruh pôsobnosti, povedz im, že ten, kto ťa raz pojme do svojho srdca, sleduje napokon hlboký inštinkt intelektuálnej počestnosti, ktorá každý úsudok kladie na motivovaný základ. Povedz im, že z toho hľadania a nachádzania pravdy odnášame si určitý zážitok, ktorý nás chráni pred tým, aby sme svoje názory a konanie nepostavili iba na plytký základ hesiel alebo takzvaných módných smerov.“

V prvých dvoch kapitolách zdôraznil autor poslanie techniky a jej prevratný vplyv na rozvoj civilizácie. Zaoberal sa však i jej sprievodnými tienistými stránkami a negatívnymi dôsledkami. Stodola považoval techniku za jeden z najväčších výdobytkov ducha, ktoré ľudstvo dosiaholo. Vnímal jej nezastupiteľné poslanie v hospodárskom živote:

„Je, takpovediac, pulzujúcim tokom krvi, dodávajúcim výživu celému materiálnemu životu, a keby zlyhal, čo i len na krátku chvíľu, zasadil by hospodárskemu organizmu veľmi ťažké rany.“

Súčasne ju predstavuje aj ako nezanedbateľný faktor ľudskej kultúry. Poukázal na stúpajúci počet vysokých technických a stredných odborných škôl, ktoré charakterizoval ako vedecky vybudované dejiská výučby a výskumu. Načrtol aj budúcnosť človeka, ktorého na jednej strane technický pokrok vyzdvihne na nepredstaviteľne vysoký stupeň ľudskej existencie, na druhej strane ho môže ohrozovať existencne.

Zložitá sociálna a psychická realita tej doby nútila hlbavého Stodolu zamýšľať sa nad cestou, akou by spoločnosť mala ísť. Odkrýval negatíva tej cesty, ktorá sa riadi len intelektom.



„Intelekt, tento záračný dar prírody, do služby ktorého sme vstúpili, ktorému sme povďační za naše najgeniálnejšie výsledky, preda len nepredstavuje to, čo je v človeku to posledné a najvyššie. Nevedel dosť zavčas odhaliť, ako narastajú skryté sily zla, ktoré časom narušili naše dielo. Napriek bohatstvu fantázie a síle v oblasti logiky je inštanciou bez citovej hĺbky, bez potreby protestovať a konať. Tak dovolil, aby technickú prácu olúpili o jej skutočné dobrodenie a rozmetali svet v dôsledku baženia po majetku a po moci...“

STODOLA A SLOVENSKO



V dobe, v ktorej Stodola žil, platilo nepísané pravidlo, že príslušníci slovenskej národnosti, pokiaľ sa chceli uplatniť ako vedúci pracovníci v ústavoch, továrňach i školách, pri verejnom hlásení sa k svojej národnosti a materinskej reči, nemali perspektívu na dosiahnutie postavenia primeraného svojej kvalifikácii a schopnostiam.

Viacerí si preto uvádzali, alebo boli nútení uvádzať maďarskú materinskú reč. Štatistiky z roku 1910 poskytujú údaje o národnostnom zložení technických kádrov všetkých kategórií v hospodárstve. V priemysle – na slovenskom etnickom území, s výnimkou tovární, ktoré patrili slovenskému kapitálu – väčšinu technických kádrov tvorili osoby, ktoré uvádzali maďarskú materinskú reč a zvyšok tvorili Nemci, Česi a Moravania.

Slovenská technická a hospodárska inteligencia sa mohla uplatniť len v továrňach slovenských podnikateľov. Medzi takéto podniky patrili kožiarne v Liptovskom Mikuláši, zápalkáreň v Ružomberku, dve továrne na výrobu dreveniny v Bielom Potoku a Vlaskách, stoličková továreň a pivovar v Martine.

Maďari vytvárali tlak proti slovenským vzdelancom a nedali možnosti najmä mladým

a talentovaným uplatniť sa na Slovensku. (Medzi tieto talenty patrili i Aurel Stodola.) Táto maďarská činnosť mala katastrofálne dôsledky na stav slovenskej inteligencie v tom čase. Svedčí o tom aj tento príklad. Keď vznikla prvá ČSR roku 1918, Vavro Šrobár hľadal slovenských profesorov pre zakladajúce sa slovenské gymnáziá. Prihlásili sa iba šiesti, viac ich jednoducho nebolo. Talentovaní, schopní Slováci už boli dávno v zahraničí.

Čo je zaujímavé, Moravan prof. Křivánek vždy hovoril, že Stodola bol Slovák. Stodola sa aj sám hlásil k Slovákom, hoci päťdesiat rokov žil v cudzine.

V zahraničnej literatúre je uvádzané, že bol rodený Maďar, nemecké pramene ho považujú za Nemca, ruské pramene ho označujú za Švajčiara.

Stodola sám svoj pôvod zdôraznil hneď po príchode na vysokú školu v Zürichu a zdôrazňoval ho stále. Pri svojom odchode do dôchodku v aule technickej školy povedal slová, ktoré dokumentujú túto skutočnosť:

„Často ma považujú za Švajčiara. Hoci som naposledy navštívil Slovensko v roku 1912 pri úmrtí matky, vyhlasujem, že nikdy nevychladli moje city pre môj národ. Jasne som vyzdvihol svoj slovenský pôvod, keď ma sem povolali a od toho času ho aj vždy zdôrazňujem.“



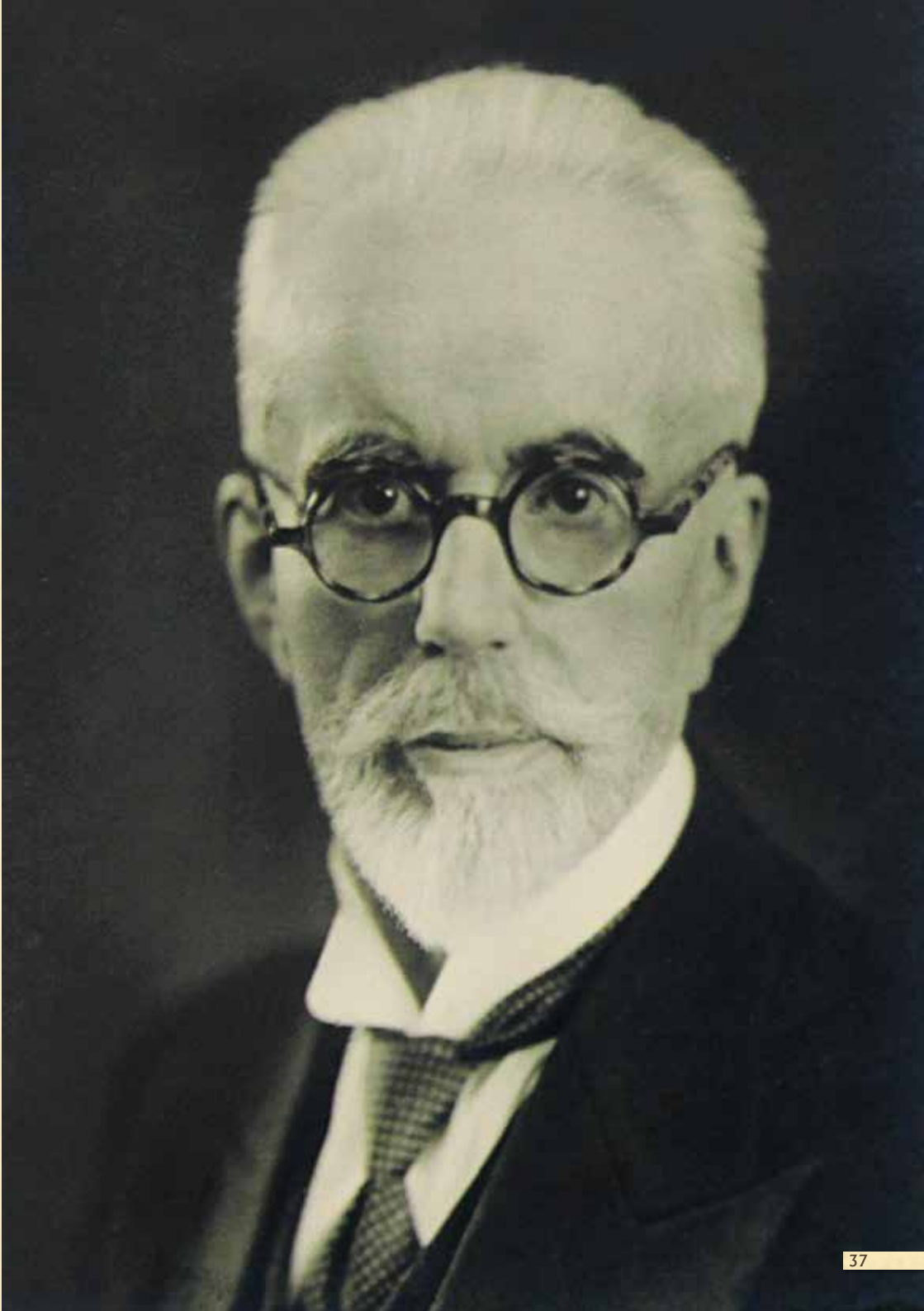
Albert Einstein hovorí o Stodolovi:

„Každého zrak sa rozjasní, ak je reč o Stodolovi a jeho diela. Ak som sa ako partner necítil v Stodolovej prítomnosti celkom voľne, tak to bolo iba pre jeho nevšednú skromnosť. Silné uvedomenie si sociálnych problémov našej doby silne preniká jeho osobnosťou. On osamotený ako všetky vynikajúce osobnosti trpí pocitom spolupatričnosti za to strašné, čo človek človeku ukladá. V hĺbokej bolesti spôsobenej predčasnou smrťou dcéry Heleny sa zjavuje vnútorné bohatstvo tohto obdivuhodného človeka.“

Analyzovať život človeka dodatočne je veľmi ťažké. Vo všeobecnosti vieme, že ľudské motívy a konania nie sú vždy jednoznačné. Posudzovať človeka, ktorý aktívne pracoval a tvoril pred viac ako 100 rokmi, môžeme len z archívnych dokumentov, z pamätí jeho súčasníkov či z jeho diela. V prípade Aurela Stodolu nevieme vždy presne odpovedať na všetky otázky, pretože najmä z čias jeho života vo Švajčiarsku nemáme dost prístupných archívnych dokumentov. Z dostupných materiálov však poznávame Stodolu, ako človeka mimoriadne pracovitého a skromného. Bol mu vlastný humanizmus a filantropizmus, mal hlboké sociálne cítenie. Uvedomoval si sociálne problémy, ktoré mocne prenikali jeho osobnosťou. Vystupoval proti zneužívaniu človeka, proti rasovej diskriminácii.

Rozmer Stodolovej osobnosti poskytuje možnosť viacerých pohľadov. Môžeme ho hodnotiť z hľadiska jeho povolania pedagóga, vedca – technika, konštruktéra strojov, ale aj ako hlbavého, premýšľavého človeka výnimočných kvalít v duchovnej sfére.

V osobe Aurela Stodolu môžeme nachádzať nielen učenca svetových kvalít, ale aj človeka čestného, priateľského, dobrého srdca, súciteľného, ktorý bol nepriateľom chvastúnstva a nepravdy.



HISTORICKÝ VÝZNAM



Zoznam pamätihodností A. Stodolu:

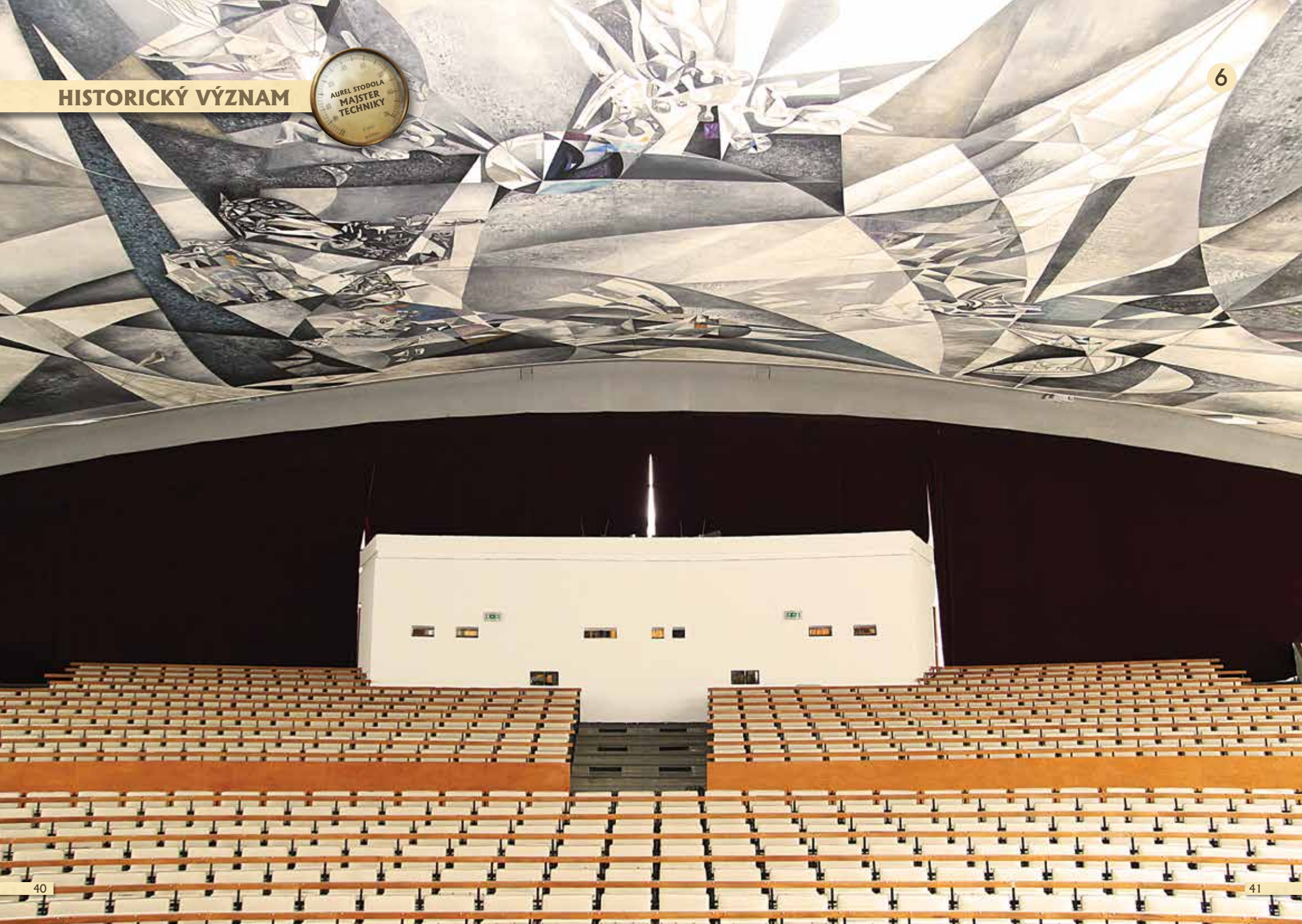
1. Reliéf A. Stodolu sa nachádza v Panteóne osobností na Materiálovotechnologickej 5. fakulte STU v Trnave.
2. Portrétna busta A. Stodolu v Múzeu Janka Kráľa v Liptovskom Mikuláši od akad. soch. L. Polláka, z roku 1988.
3. Energetické oddelenie Aurela Stodolu Slovenského technického múzea v Košiciach.
4. V budove Vyššej reálnej školy v Košiciach, kde Stodola v roku 1876 zmaturoval, sídli Stredná škola strojnícka A. Stodolu.
5. Portrétna busta, umiestnená vo vestibule Strojníckej fakulty STU v Bratislave.
6. Aula Slovenskej technickej univerzity v Bratislave od roku 1996 pomenovaná po A. Stodolovi.
7. Fontána Metamorfózy s kinetickým monumentom Pocta tvorivému mysleniu od akad. soch. V. Oravca a akad. mal. M. Pagáča z roku 2001 je v centre Liptovského Mikuláša, venovaná Stodolovi a ďalším významným dejateľom jeho rodného mesta.



HISTORICKÝ VÝZNAM



6





POUŽITÁ LITERATÚRA, ZDROJE



Zborník vedeckých príspevkov z medzinárodnej vedeckej konferencie o živote a diele Aurela Stodolu, Liptovský Mikuláš, máj 1989. Liptovský Mikuláš, Múzeum Janka Kráľa.

Evanjelici v dejinách slovenskej kultúry. Zv. 2. M-Z/Pavel Uhorskaj, Eva Tkáčiková. /Liptovský Mikuláš, Transcius, 1997. 169 s. – ISBN 8071401552.

Stodola, Ivan: Náš strýko Aurel. Bratislava, Mladé letá, 1968. 195 s.

Stodola, Ivan: Smutné časy, smutný dom. Bratislava, Tatran 1969. 200 s.

Eliáš, Štefan: Stredoškolské štúdiá Aurela Stodolu. In: Zborník Východoslovenského múzea v Košiciach. Séria C, Historica Carpatica, roč. 19 (1988), s. 189 – 204. – ISSN 0232-0681.

Priekopníci vedy a techniky na Slovensku. 2. Diel/Zost.: Ján Tibenský a kol./ Bratislava, Obzor 1988. 1003 s.

Priekopníci vedy a techniky na Slovensku. 3. Diel./Ján Tibenský, Ondrej Pöss et al./ Bratislava, Academic Electronic Press, 1999, 417 s. – ISBN 80-88880-34-3.

Aurel Stodola. 150 výročie narodenia. Zborník príspevkov z medzinárodnej konferencie, Košice, 13. máj 2009. [Zostavil Michal Hako; fotografie v prílohe Bartolomej Cisár]. Košice, Slovenské technické múzeum, 2010. 71 s. – ISBN 978-80-970250-1-4.

Text spracoval: Doc. Ing. Michal Masaryk, PhD.

Fotografie na strane 28, 30 a 31 sú z fotoarchívu Národného technického múzea v Prahe.

Foto: CVTI SR. Ďalšie fotografie poskytlo Slovenské technické múzeum, Národné technické múzeum Praha, Múzeum Janka Kráľa Liptovský Mikuláš. Námet použitý na strane 1 a 2 je z diplomu ku Grashofovej medaile.
www.ncpvat.sk <http://popvat.cvtisr.sk>

ISBN 978-80-89354-45-0



MINISTERSTVO ŠKOLSTVA,
VEDY, VÝSKUMU A ŠPORTU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



STM SLOVENSKE
TECHNICKÉ
MÚZEUM



Múzeum Janka Kráľa

STU
SLOVENSÁ TECHNICKÁ
UNIVERZITA V BRATISLAVE



PopVaT – POPULARIZÁCIA VEDY A TECHNIKY NA SLOVENSKU

Národný projekt Centra vedecko-technických informácií SR

Strategickým cieľom projektu je dosiahnuť zlepšenie vnímania a postavenia vedy v spoločnosti prostredníctvom popularizácie vedy a techniky smerom k širšej verejnosti, vrátane dospelujúcej mládeže a s dôrazom na uvedomenie si špecifickej úlohy samotnej vedeckej komunity pri popularizácii vedy a techniky. Naplnenie cieľa sa dosiahne prostredníctvom zastrešenia a rozvoja existujúcich popularizačných aktivít, ako i ďalším budovaním podpornej infraštruktúry pre popularizáciu vedy (technika, podporné programy, odborné kapacity, popularizačné nástroje a iné).

V rámci projektu budú navrhnuté a realizované ciele aktivít, nástroje a činnosti podporujúce propagáciu a popularizáciu vedy a techniky na Slovensku, s dôrazom na masívne využitie mediálneho priestoru (TV, rozhlas, printové a online médiá a ďalšie), prostredníctvom čoho sa dosiahne najvýraznejší vplyv na cieľové skupiny projektu.

Projekt Centra vedecko-technických informácií SR bude podporovať realizáciu popularizačných aktivít venovaných výskumno-vývojovým aktivitám na Slovensku vychádzajúcich z konkrétnych potrieb cieľových skupín, vrátane vedeckej komunity. To bude mať za následok zvýšenie povedomia a zlepšenie mienky verejnosti o vedeckovýskumnej a inovačnej činnosti vedcov, zlepšenie ich spoločenského postavenia a väčšiu podporu a pochopenie verejnosti voči výdavkom z verejných zdrojov určených na rozvoj vedy, techniky a inovácií.

Rovnako dôležité je zvýšenie záujmu mladých ľudí o kariéru v oblasti vedy a techniky a podpora dlhodobých kooperácií a interakcií vedeckej komunity so súkromným sektorom a verejným životom.

V neposlednom rade bude projekt motivovať vedcov k aktívnej propagácii svojej výskumno-vývojovej činnosti a dosiahnutých výsledkov uplatniteľných v praxi. Cieľom je dosiahnuť uvedomenie si dôležitosti popularizácie vedy z pohľadu vedcov, a tým zabezpečiť aktivitu v oblasti popularizácie vedy i po skončení projektu.



Viac informácií o projekte PopVaT nájdete na stránke <http://popvat.cvtisr.sk>



Výstava

AUREL STODOLA MAJSTER TECHNIKY

10. 11. 2014 – 31. 12. 2014



Výstava je otvorená každý pracovný deň v prevádzkových hodinách knižnice uverejnených na www.cvtisr.sk



Miesto konania:
Centrum vedecko-technických informácií SR
Lamačská cesta 8/A, Bratislava