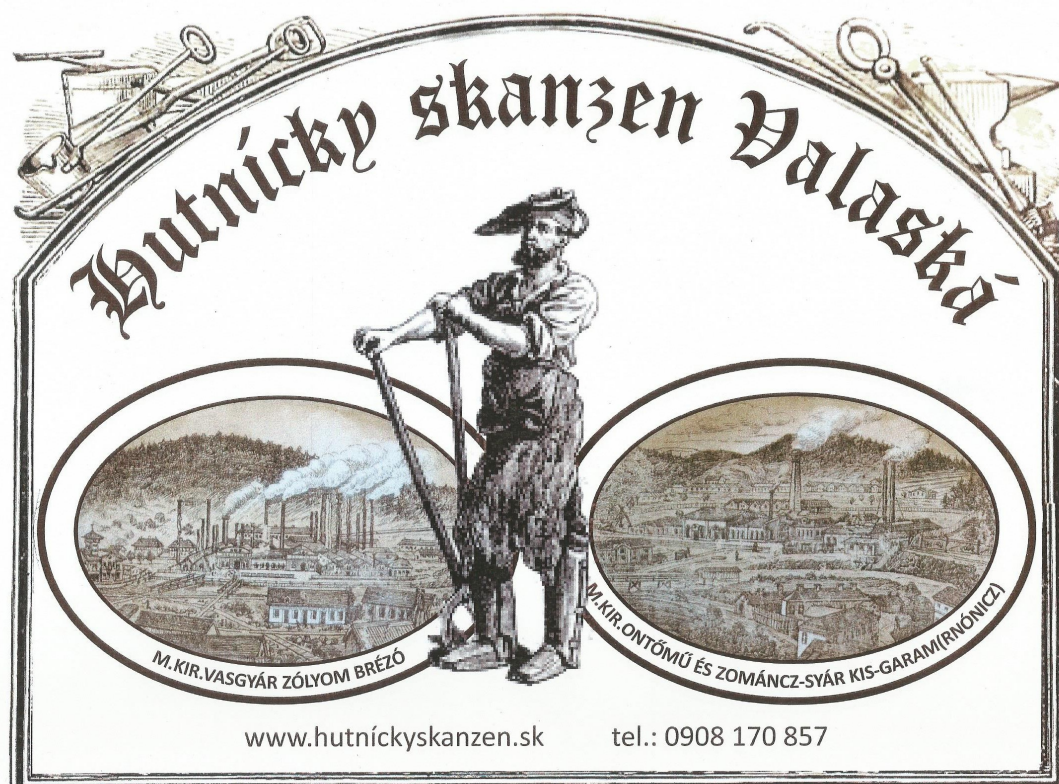




*„Hutnícky skanzen na Skalke vo Valaskej,,*

G

**Pohony strojov  
Hroneckého železiarskeho komplexu  
a  
Štátnych železiarní Podbrezová**

Prvé vydanie

Milan Štéc 2021

**N**amáhavú prácu v baniach a hutách vykonával od počiatku človek vlastnou prácou len za pomoci ručných nástrojov. Vynálezom kola v staroveku dal civilizačný proces základ ďalším, čoraz dômyselnejším vynálezom uľahčujúcich alebo dokonca nahradzujúcich ľudskú prácu zvieracou (konskou) silou, energiou vody, parným strojom, spaľovacími motormi alebo elektromotormi.

### **Ručné stroje a nástroje**

Ťažba a spracovanie železnej rudy si vyžadovala fyzicky náročnú prácu a použitie nástrojov z kostí, dreva, kameňa a neskôr vlastné výrobky z kovu. Prechod ľudstva z doby kamennej do doby bronzovej a železnej nepochybne napredoval výrobou a využívaním dostupných najpokrokovejších nástrojov. Na ťažbu a spracovanie rudy doby bronzovej najskôr poslúžili kamenné nástroje a obdobne na spracovanie „tvrdšej“, železnej rudy zas nástroje bronzové. Súčasťou temer všetkých nástrojov bolo a stále ostáva drevo. Bez ručného náradia sa nezaobídu bane a železiarne za obdobie 5000 rokov ani dnes v 21. storočí.

### **Konský pohon**

Vynález kola umožnil ľudstvu prepravu ťažkých a rozmerných bremien. Do dvojkolesovej káry neskôr zapriahol volský záprah a prvý dopravný prostriedok bol na svete. Cez konské záprahy s nákladnými už štvorkolesovými vozmi alebo osobnými kočiarmi sa doprava urýchlila a zdokonaľovala. Povozy už mali brzdy a odpruženie. Takáto doprava sa uplatňovala aj v Hroneckom železiarskom komplexe celé stáročia. V hroneckej železiarni preto postavili erárne maštale s kočiarnou aj ubytovaním kočišov. Rovnaké objekty mala v počiatkoch aj Podbrezová. Koncom 19. storočia túto dopravu začali nahrádzať samostatné vozy poháňané parným strojom po koľajniciach a začiatkom 20. storočia nástupom spaľovacích motorov začala éra automobilovej dopravy.

### **Vodné Koleso**

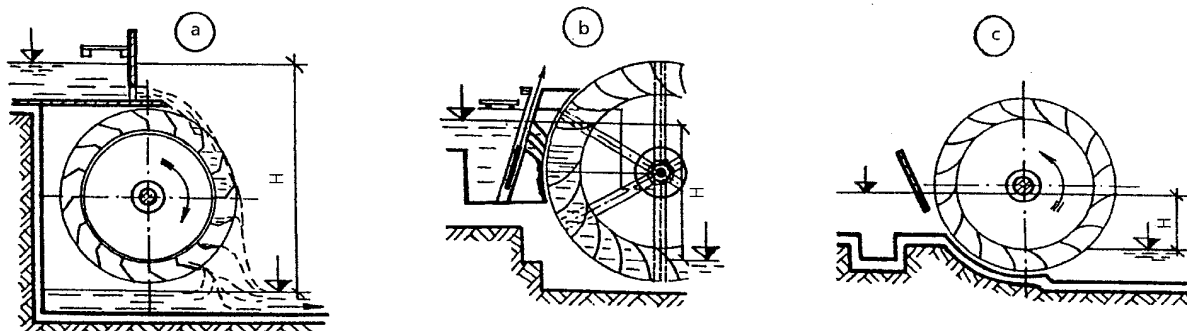
Vodné koleso bolo po celé stáročia spolu s ťažnými zvieratami jediným motorom poháňajúcim banské ťažné a čerpacie stroje, dúchadlá vyhní a taviacich pecí ako aj vykúvacie kladivá a prvé valcovacie stolice, strihacie nožnice, ťažné stolice a brúsne kamene. Staroveký vynález do Európy priniesli Rimania a na Slovensku je známe od 13. storočia. Najstaršie vodné kolesá boli určené pre mletie obilia kde prúd vody zo žľabu padal na drevené lopatky kola s hriadeľom postaveným vertikálne priamo v spojení s mlynskými kameňmi, dovtedy poháňaných ručne v žarnovoch. Až po zvládnutí výroby prevodových drevených kolies s primitívnym ozubením drevenými palcami (palečné koleso)



sa vodné koleso osádzalo do výhodnejšej horizontálnej polohy. Pre využitie v baníctve a hutníctve vyhovovalo horizontálne umiestnenie kolesa s vačkami (bez prevodu) v jeho hriadeli na pohon stúp, dúchadiel, kladiva alebo banského vrátku. Stavebne najjednoduchšie bolo koleso na spodnú vodu, kde koleso postavené priamo v potoku alebo rieke poháňala tečúca voda. Ich účinnosť bola len 30%. V horských oblastiach s dostatočným spádom vodných tokov sa osvedčilo koleso na vrchnú vodu s účinnosťou až 60%. V mnohých prípadoch sa volilo koleso na strednú vodu s účinnosťou 40%. Mlynské koleso malo spravidla priemer od 1,5 do 6 m a šírku od 0,3 do 1 m. Počet otáčok bol 3 – 5 za minútu a jeho výkon pri 100 litroch vody za sekundu a spáde jeden meter činil jednu konskú silu (1 PH). Na pohon jedného mlynskeho kameňa bola potrebná sila 3 – 4 HP. V hornatom Slovensku bolo v prevádzke 77% vodných kolies na vrchnú vodu, 16% na spodnú a 7 % na strednú. V 19. storočí sa na vodných koliesach uplatňuje čoraz viac železa až ich nahradili vodné turbíny. Hronecký komplex disponoval so 66 vodnými koliesami v 23 prevádzkach.

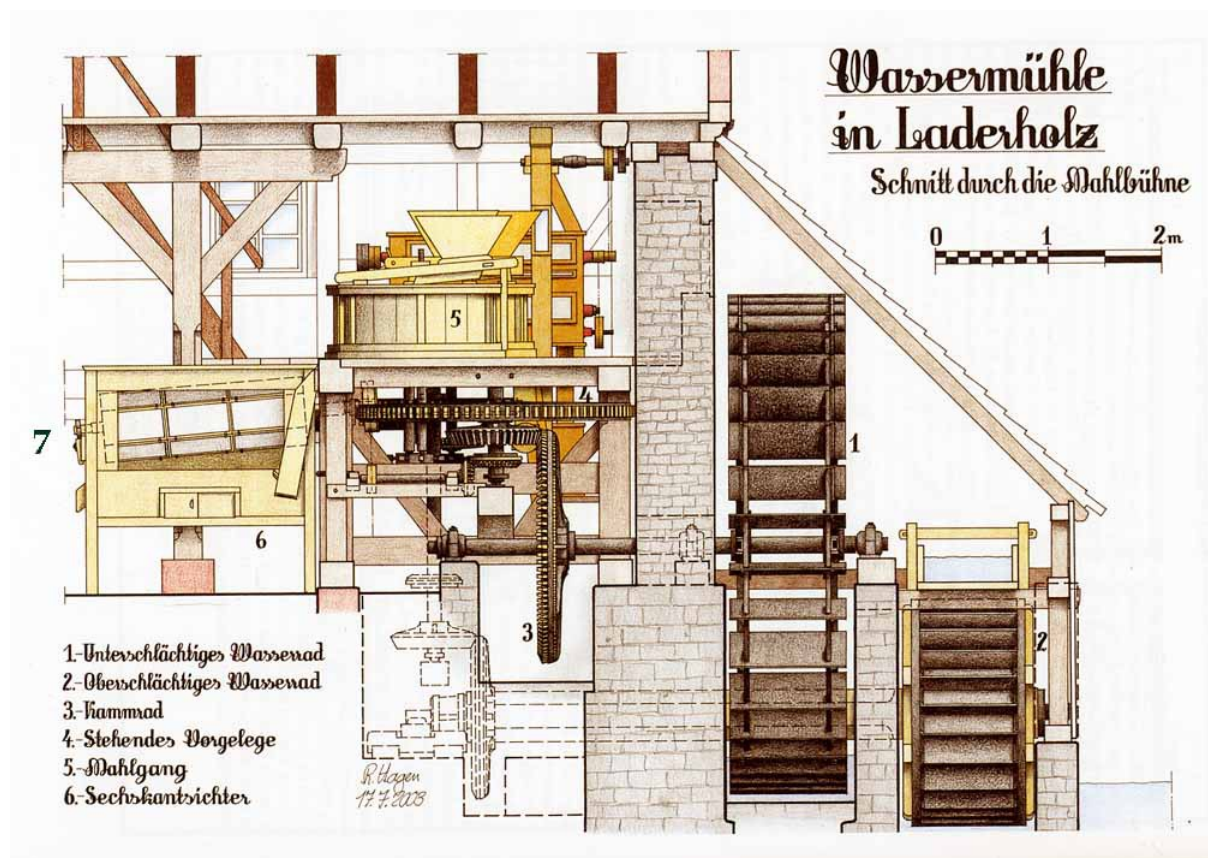


*Prastaré a veľmi jednoduché vertikálne uložené vodné koleso spojené hriadeľom s mlynským kameňom. Išlo o rýchloběžné vodné koleso ktoré nepotrebovalo prevod. Vodný prúd zrýchľoval v strmo či vertikálne osadenom privodnom žľabe a roztáčal lopatkové koleso.*



*Vodné koleso aké sa dostalo na Slovensko v 13. storočí od Nemeckých prisťahovalcov a k nim sa dostal od Rimanov už v staroveku. Zľava: najvýkonnejšie koleso na vrchnú vodu s účinnosťou 60% a, koleso na strednú vodu 40% b, a spodnú vodu 30% c.*





*Strojné vybavenie nížinného mlyna na strednú vodu 1, s návrhom na prestavbu hornej vody 2:  
3 hriadel' vodného kolesa s prevodom ozubeným kolesom , 5 uloženie mlynských kameňov.*



*V našich klimatických podmienkach zimná prevádzka často stála pre zamŕzanie kolesa.*



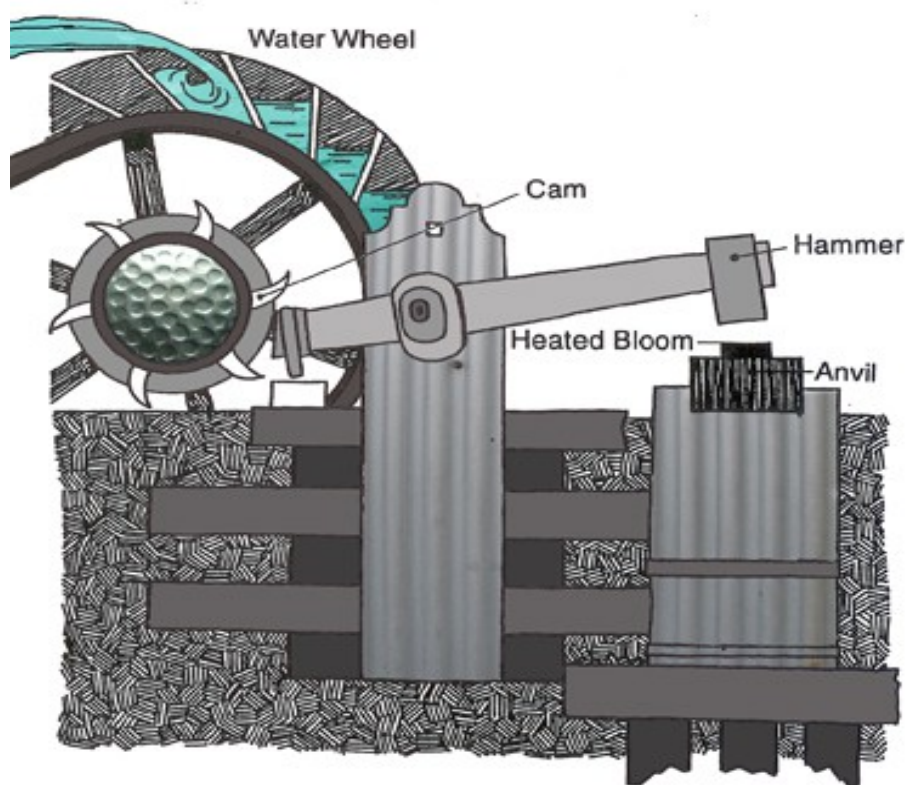


*Vodný hriadel' s ložiskom a vačkami dvíhajúce tiahla kožených mechov kováčskej vyhne.*



*Vodné kladivo hámra s podperou kladiva (vľavo) a nákovou bucharu.*





*Fig. 4 Diagram of a forge trip hammer.*

*Pohon vodného kladiva hriadeľom vodného kolesa s prstencom a vačkami.*



*Detail okovania hriadeľa vodného kolesa a ramena kladiva bucharu.*





*Novší vačkový systém ramena skriňových dúchadiel z konca 19. storočia.*



*Vačkový systém pohonu drevených (dolu okovaných) ťľkov stúp z hriadeľa vodného kolesa.*





*Detail palečného prevodového kolesa. Jeho výroba bola zdĺhavá a preto drahá.*



*Prekrásny pohľad na zložité prevodové ústrojenstvo precízne vyrobeného z dreva.*



## Vodná turbína

V rokoch (1750–1754) pôvodom Slovák Jan Andreas Segner skonštruoval v Nemecku reakčnú turbínu ako základ budúcich vodných turbín nahradzujúcich zastaralé vodné koleso s nízkou účinnosťou. V roku 1827 francúzsky inžinier Fourneyron zostrojil prvú vodnú turbínu s účinnosťou 80% ktorá sa začala aj sériovo vyrábať. Angličan Francis v Amerike zhotovil vodnú radiálnu pretlakovú turbínu, ktorá sa stala v priemyselnej revolúcii najrozšírenejším vodným motorom pre pohon strojov a výrobných zariadení nahradzujúcich vodné koleso. Rovnako veľký prínos mal objav Američana Peltona v roku 1889 vyrobením rýchlobežnej vodnej turbíny s účinnosťou 90%. A nasledovali ďalšie väčšinou odvodené od konštrukcie vodného kolesa, no mnohé sa časom prestali používať. Za pozornosť stojí **Bankyho** alebo Vrtuľová turbína odvodená od lodnej skrutky (propeléru), ktorú si dal patentovať Angličan Smith v roku 1836. V roku 1912 skonštruoval Čech Kaplan v Brne svoju prevratnú propelérovu turbínu s nastaviteľnými usmerňovacími aj obežnými lopatkami. Vynálezy vodných turbín priniesli pokrok vo využívaní vodnej sily ako lacnej obnoviteľnej a ekologickej energie na pohon strojov. Spočiatku sa turbíny veľmi podobali zdokonaleným vodným kolesám vyrobených zo železa. Oproti kolesám s účinnosťou v rozmedzí 30 až 60% dosahovali až 94%. Vodné turbíny prispeli k modernizácii baní a hút len ako účinnejší vodný motor. Dôležitú úlohu zohrali až pri elektrifikácii baní a železniží koncom 19. storočia a elektrifikácii Slovenska v 20. rokoch 20. storočia ako vodné elektrárne alebo hydrocentrály (HC). Turbíny aj v 21. storočí vyrábajú elektrickú energiu vo vodných elektrárnach a niektoré aj v majetku vtedajších štátnych železniží Podbrezová ako sú HC Piesok (2xfranciisci), HC Dubová (2xfranciisci, kaplan) a HC Jasenie (2xpelton). A napokon pribudla MVE Predajná (vrtuľová). Z HC Lopej sa dochoval objekt elektrárne s vtokovým telesom s násoskami už bez dvojice franciisciho dvojčitých turbín. Fabrickú vodnú elektráreň zbúrali ako prvú a ako prvú ju aj postavili na pôvodnom vodnom náhone starej pudlovne a valcovne. V počiatočkoch nahradilo 13 turbín zastaralé pôvodné vodné kolesá poháňajúce stroje priamo, alebo transmisiou. Po elektrifikácii Štátnych železniží na začiatku vyrábali elektrinu v piatich hydrocentráloch s desiatimi turbínami.

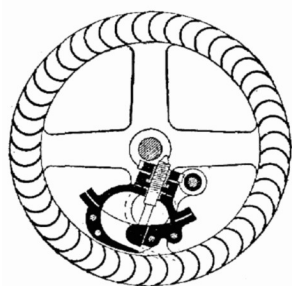


Fig. 27.

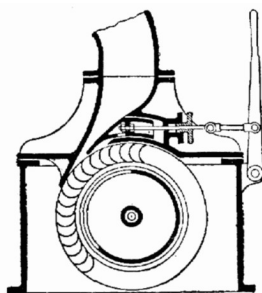


Fig. 28.

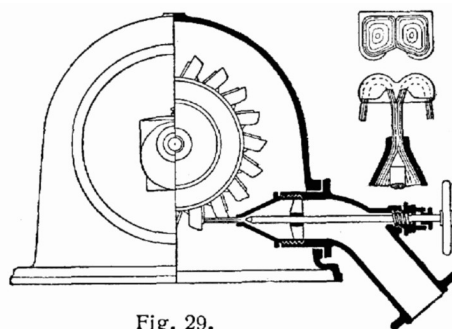
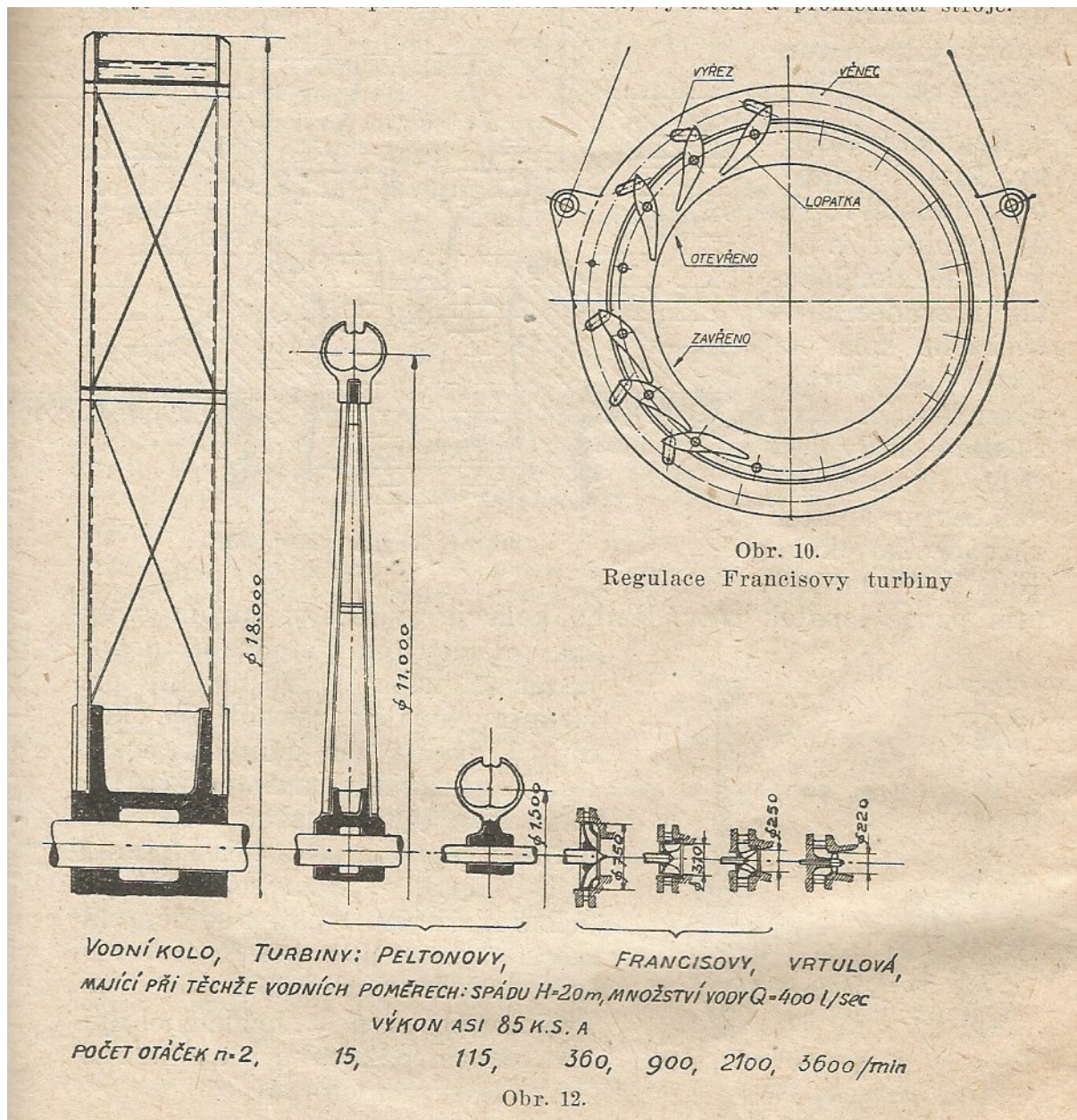


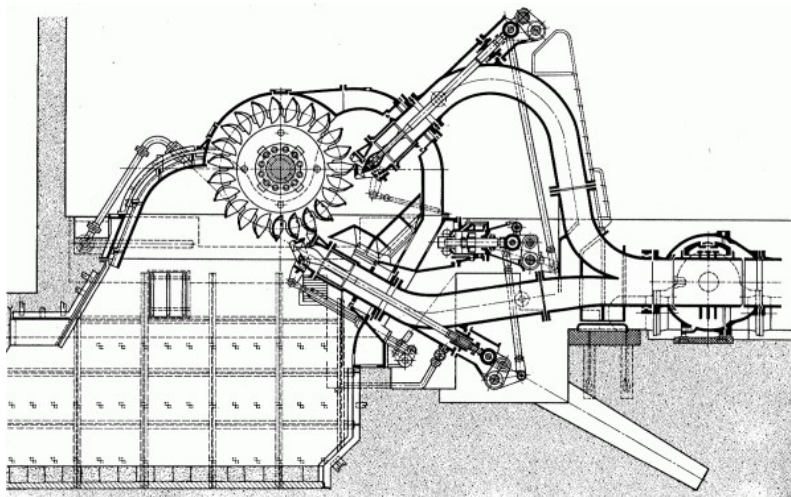
Fig. 29.

Zľava : Girardotova, Bankyho a Peltonova turbína konštrukčne pripomínajú vodné koleso. Zmenšením kolesa stúpli otáčky a vďaka tomu odpadli prevody. Turbíny spojili s elektrogenerátormi na spoločnej hriadeli alebo výkon odoberali transmisiou.





Porovnanie rozmerov kola a turbín pri rovnakom spáde a prietoku so zvyšovaním otáčok.

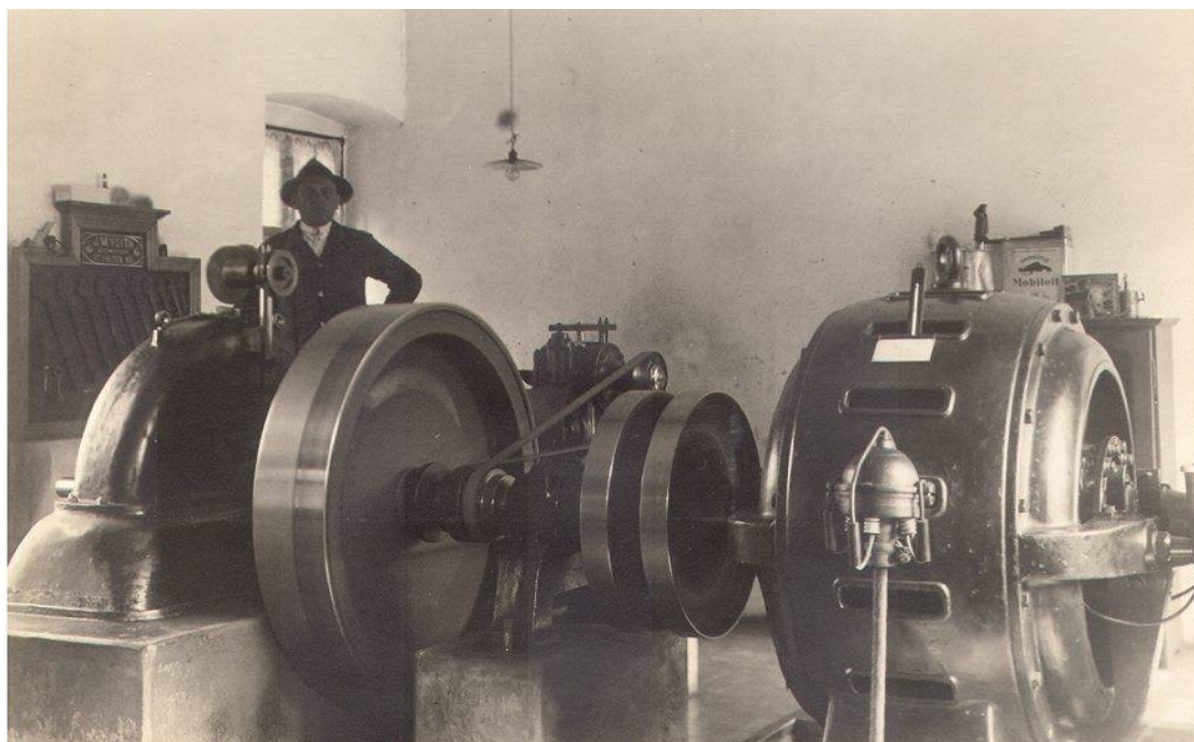


Peltonova turbína už v dokonalej konštrukcii s dvojicou dýz s regulačnými ihlami.



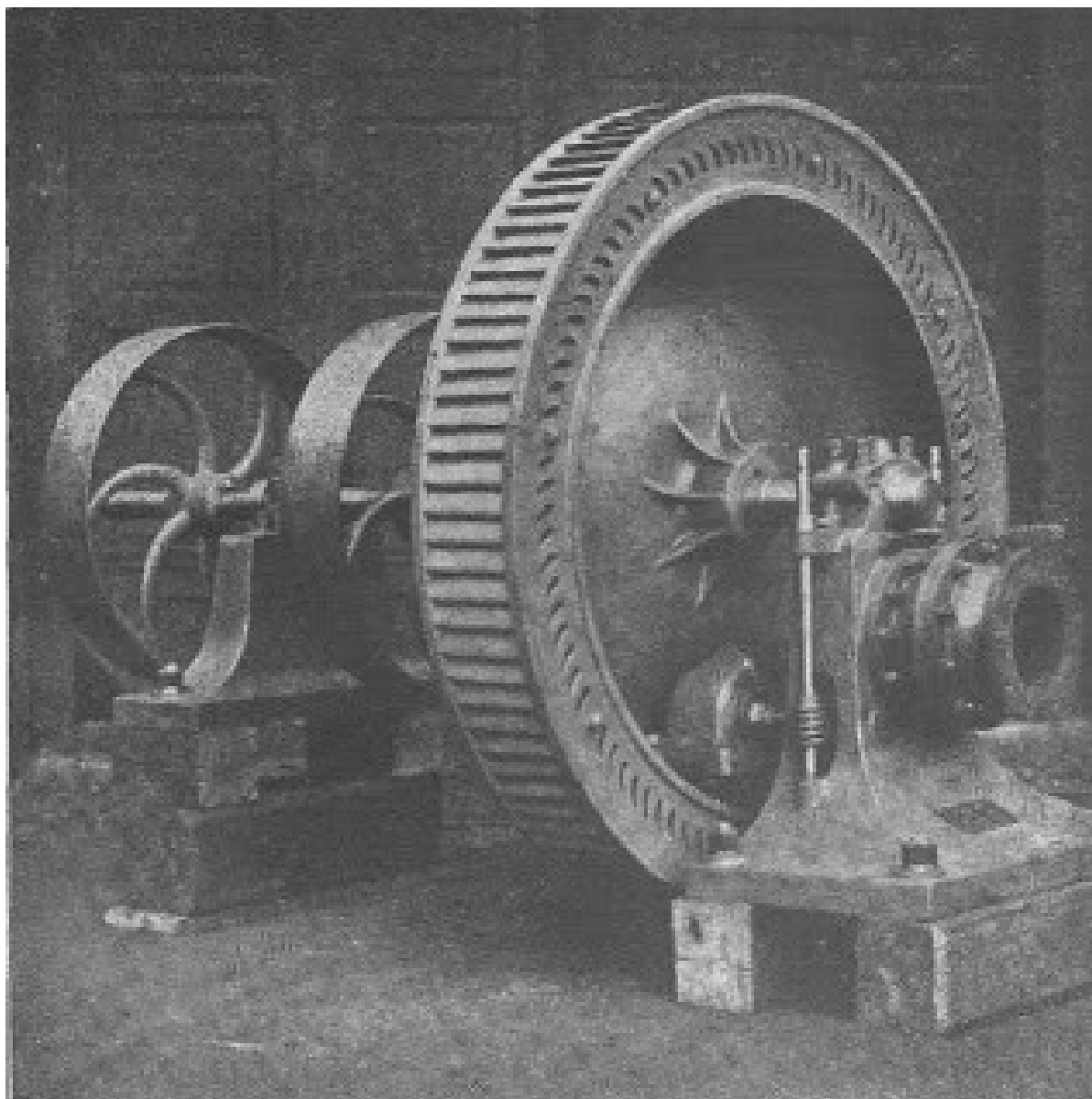


*Detail lopatiek Peltonovej turbíny s dvojicou dýz. Z každej vyčnieva hrot regulačnej ihly. Miskovité lopatky obežného kola rozdeľujúce vodný prúd na dva ktorý po odovzdaní kinetickej energie opúšťa v oblúku lopatku pod uhlom obchádzajúcim nasledovnú lopatku.*



*Peltonova vodná turbína so zotrvačníkom, regulátorom otáčok a generátorom elektrického prúdu určená pre veľké vodné spády a malé prietochné množstva.*





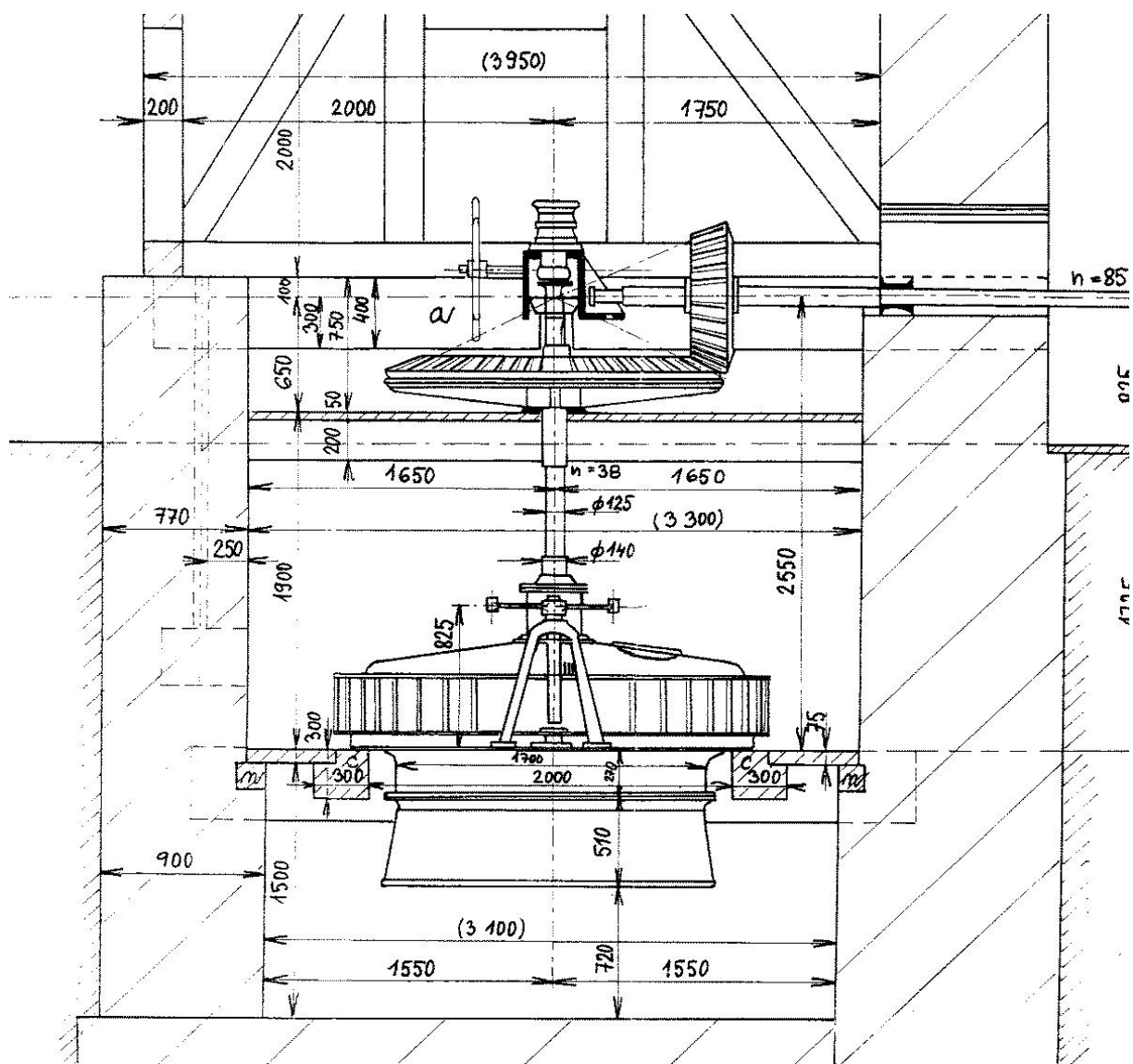
*Giraldotova vodná turbína patrí medzi najstaršie vodné motory nahradzujúce vodné koleso s už vyššou účinnosťou. Podbrezová mala päť takých turbín.*



*Francisova kolenová turbína (červená) v šachte s ovládanými navádzacími lopatkami (žlté).*





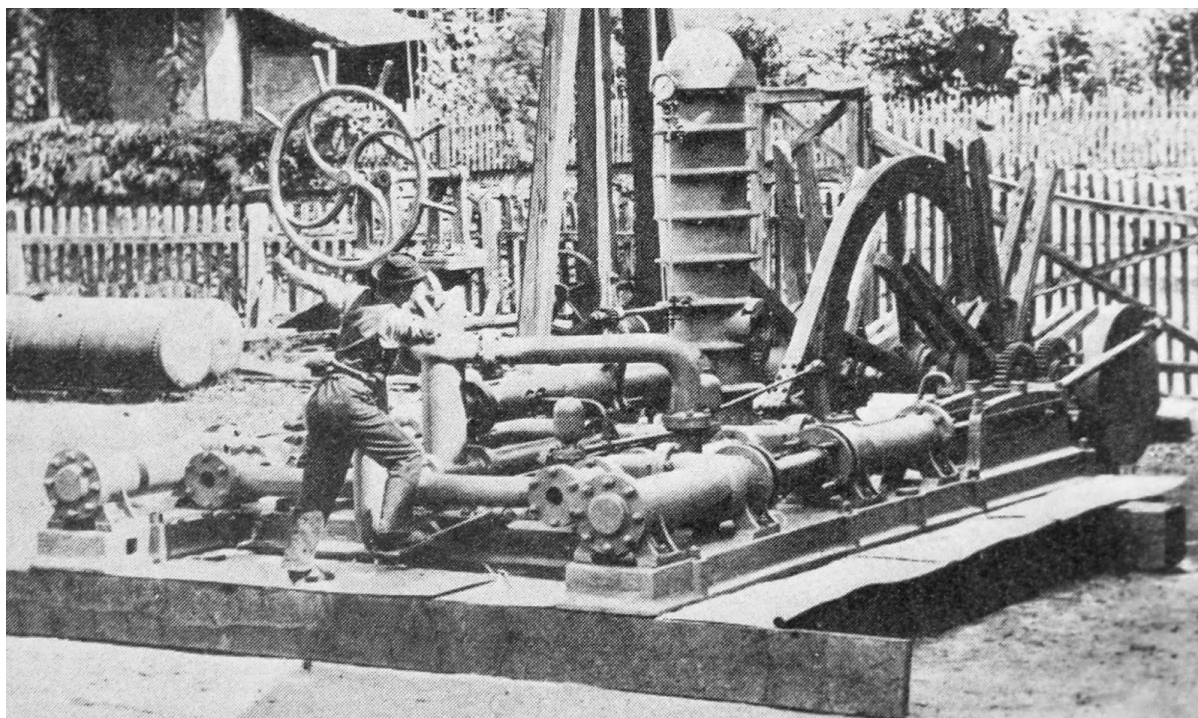


*Girardotova turbína uložená vertikálne v šachte s uhlovým ozubeným prevodom hriadele.*

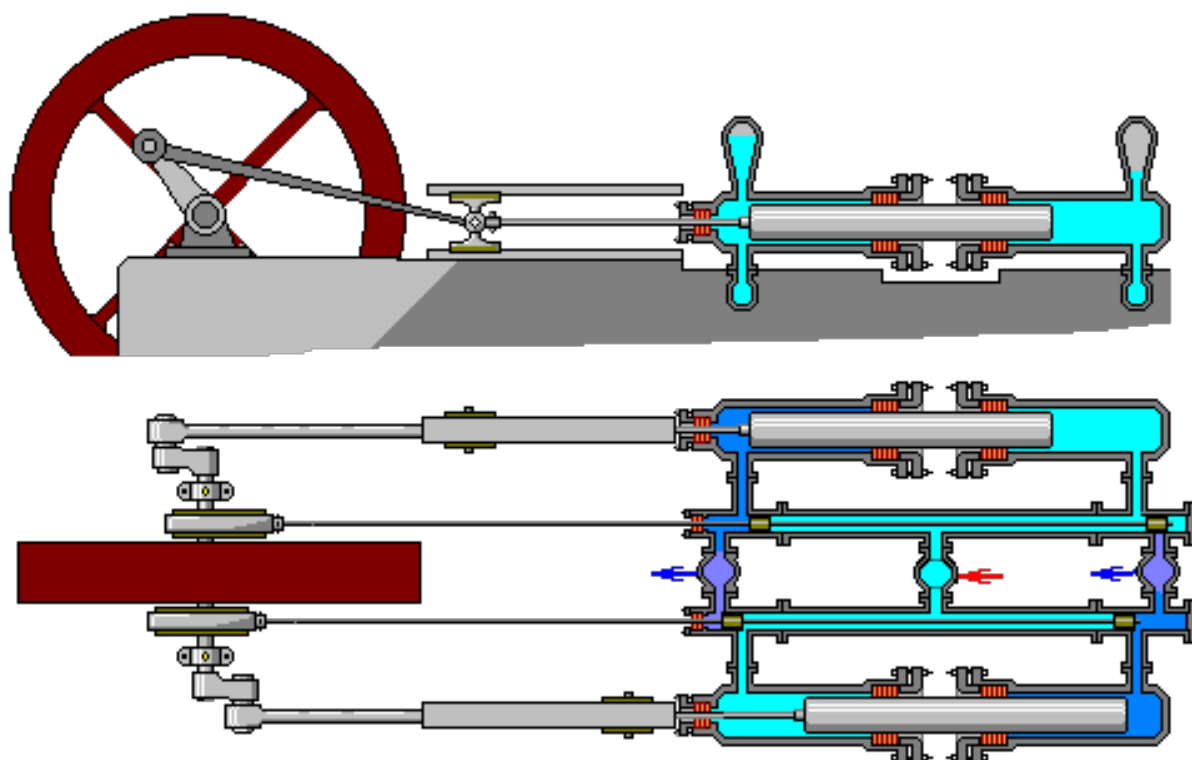
### **Vodné pumpy a vodnostĺpcové ťažné stroje**

Čerpanie vody z hlbinných baní priniesli prvú modernizáciu nahradzujúcu neefektívne ručné vyťahovanie vedier alebo kožených vakov za pomoci vrátku. Primitívne piestové čerpadlá v drevených valcoch s kmeňovej guľatiny s rovnakým potrubím postupne nahradila oceľová liatina a neskôr valcované oceľové rúry. Banským technikom a vynálezcom neušla pozornosť spätná reakcia vysokého tlaku vodného stĺpca nad čerpadlom, ktorý dokázal pri mechanickej poruche spätnej klapky uviesť do pohybu jeho piest. Pokiaľ vodné pumpy tvorili súčasť vodných kolies a prvých parných (ohňových) strojov, podobnú konštrukciu dosahovali vodnostĺpcové piestové ťažné stroje kde tlakovú paru nahradila tlaková voda v oceľovom potrubí. Tieto stroje v železorných baniach neboli použité, ale vyrobila ich Kachelmanova fabrika vo Vyhniach pre Štiavnické a Hodrušské bane z hroneckého polotovaru kujného železa a liatiny.

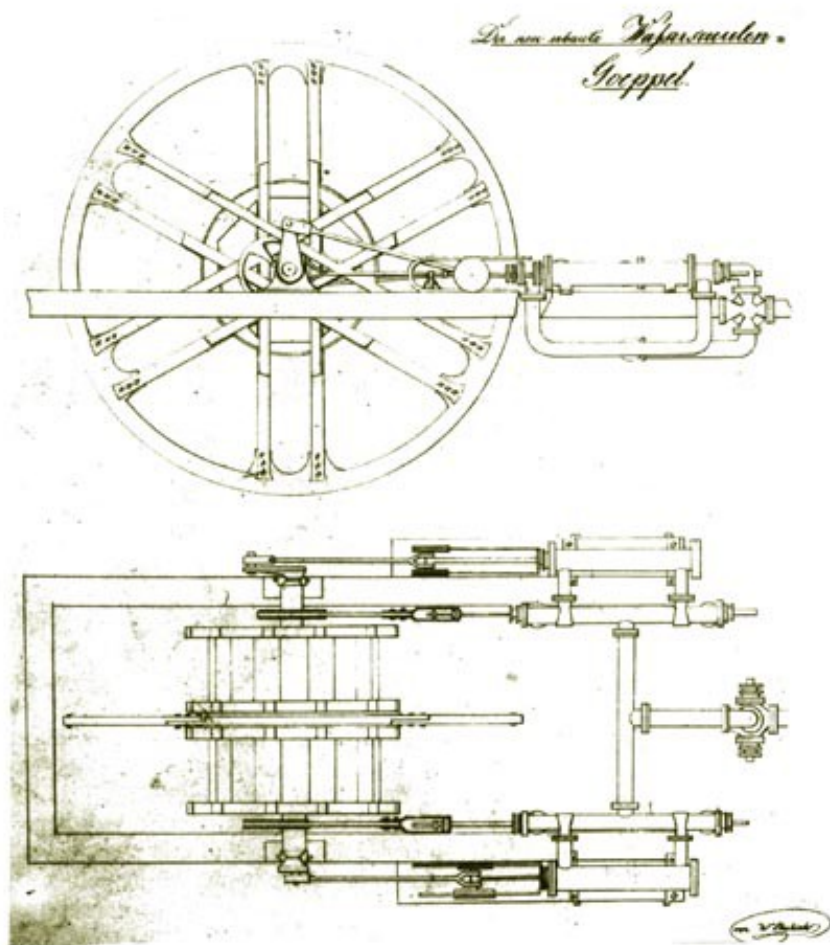




*Vodnostlpcový ťažný stroj postavený v Hodruši v šachte Hill v roku 1800*



*Princíp vodnostlpcového stroja kde tlaková voda(zelená, červený vstup) tlačí cez valcové šupátko (ako v parnom stroji) na piesty. Odpadová voda odteká voľne (modrá, modrý výstup).*



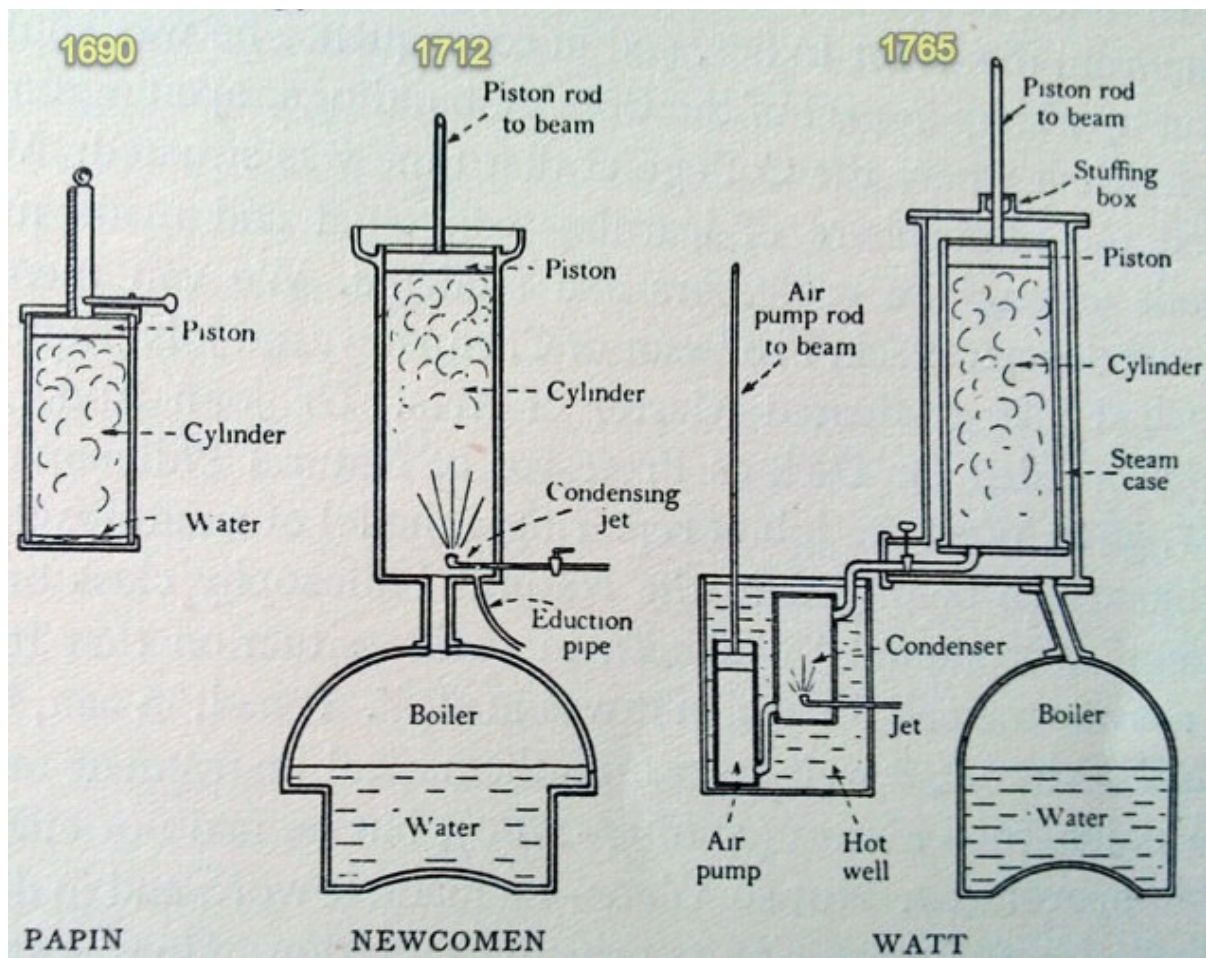
*Plán vodnostlpcového ťažného stroja s navýjajím bubnom vľavo dvojicou ležatých valcov.*

## **Parné stroje**

Po dobu 3500 rokov človek využíval silu zvierat na prácu alebo dopravu nahradzujúcich silu človeka. Kôň nahradil ľudskú silu desaťnásobne. Prvé parné stroje z konca 18. storočia dosahovali silu desiatich koní a ich výkon sa neustále zvyšoval. Rovnako sa zvyšovala dopravná rýchlosť. Tisícročia sa pohybovala v rozmedzí ľudskej chôdze 5 km/hod. spočiatku s volským alebo oslím záprahom. Kone v cvale rýchlosť zvýšili na 40 km/hod. Stephensonova parná lokomotíva priemyselnej revolúcie v roku 1829 dosiahla rýchlosť 46 km/hod. a predbehla cválajúceho koňa, pritom utiahla mnohonásobné bremeno v podobe naložených vozňov na oceľových koľajniciach. Koncom 19. storočia parné rušne dosahovali rekordných 160 km/hod. Už v roku 1671 renesančný vedec Laubnicz použil termín živá sila ktorá vykonáva prácu energiou človeka, zvierat alebo strojov. S iným vedcom Papénom uvažovali o ovládaní živej sily, ktorú je možné zhromaždiť a následne v usmernenom toku uvoľniť. V roku 1624 píše francúzsky vedec Carno úvahy o hybnej sile parných strojov, kde popisuje princíp tepelných motorov jednosmerným prúdením energie medzi teplom a chladom. Tepelný motor teda zvyšuje výkon zvýšením tepla oproti vonkajšej



teplote. Až po 150 rokoch došlo k praktickému ovládnutiu sily vynálezom parného stroja. Vtedy ešte nik netušil, že parný stroj ukrýva v sebe princíp vesmíru. V roku 1690 vynášiel Papén tlakovú nádobu s piestom ktorý dokázala vytlačiť nahor zahrievaná voda premenená v tlakovú paru. Systém vylepšil v roku 1712 Newcomen prepojením valca s kotlom a vstrekom studenej vody, čo spôsobilo prudké ochladenie ohriatej pary a jej kondenzáciu na kvapalnú vodu, ktorá stiekla späť do kotla. Následne znížením tlaku sa vysunutý piest pod záťažou vrátil do východzej polohy. Opakovaným cyklom vznikol prvý (atmosférický) parný stroj. Napokon v roku 1765 J. Watt predstavil svetu automatizovaný atmosférický parný stroj využiteľný v banskom priemysle na čerpanie vody. V roku 1781 Watt skonštruoval dvojčinný parný stroj s prevodom na rotačný pohyb a zaviedol jeho sériovú výrobu. Neskôr ho doplnil ďalším patentom, odstredivým regulátorom. V Anglicku je vzápätí postavený prvý parný mlyn na svete. Zdokonalením parného stroja v roku 1787 Wattovou transmišiou a odstredivým regulátorom otáčok začalo jeho hromadné uplatňovanie v priemysle najmä mimo vodných tokov alebo pre požadovaný väčší výkon aký poskytoval vodný tok. Zrodila sa priemyselná revolúcia a popri množstve vynálezov ako bol tkáčsky stav, valcovacia stolica, železnica, oceľové konštrukcie (aj lodí) všetko poháňali vodné turbíny s účinnosťou až 94% alebo parné stroje s veľmi nízkou účinnosťou. Napriek tomu sa stali symbolom priemyselnej revolúcie. Tá priniesla radikálnu úsporu ľudskej sily. Aj keď išlo o tepelný motor s vonkajším spaľovaním nevidanej sily, bol maximálne neúsporný a pri svojej spotrebe tepla horením, premene ohrievanej vody na tlakovú paru, ktorá následne vykonala prácu prostredníctvom piesta vo valci dosahovala účinnosť len 10%. Navyše veľká hmotnosť obmedzovala jeho všestrannejšie použitie. Hodili sa najmä pre pohon stabilných strojov v baniach, hutách a iných fabrikách od ťažkého strojárstva po ľahký priemysel. Ako prenosné stabilné stroje pod názvom lokomobila sa používali na pohon prenosných strojov v priemysle, stavebníctve a poľnohospodárstve. Parný stroj sa nachádzal priamo na kotloch s komínom buď na pevnom podstavci alebo kolesovom podvozku ťahanom koňmi na miesto určenia. Nové vynálezy umožnili ťažkým lokomobilám aj samočinný pohyb nielen na vode v parníkoch, ale aj po cestách a železniciach. Keď pradávny objav človeka – koleso nahradil oceľový pás, mohol sa parný stroj pohybovať aj v ťažkom, neschodnom teréne. Konský záprah spočíval spravidla z dvojice koní a ich násobku. Ťažná sila tu končila ôsmymi koňmi. Ich hmotnosti sa vtedy vyrovnal parný stroj o výkone 20 koní. Už v roku 1788 sa vo vyspelom Anglicku objavila kolesová parolod'. V roku 1801 skonštruovali prvý omnybus pre 8 osôb poháňaný parným strojom. Začiatkom 19. storočia vzniká veda o teple a pohybe – termodynamika. V Anglicku konštruuje Trevithick prvé parné rušne, no vážnym problémom sú neúnosné koľajnice. Preto anglický inžinier Nixon podáva návrh na ich výrobu z kujného železa. Stephenson v roku 1814 skonštruoval svoju prvú parnú

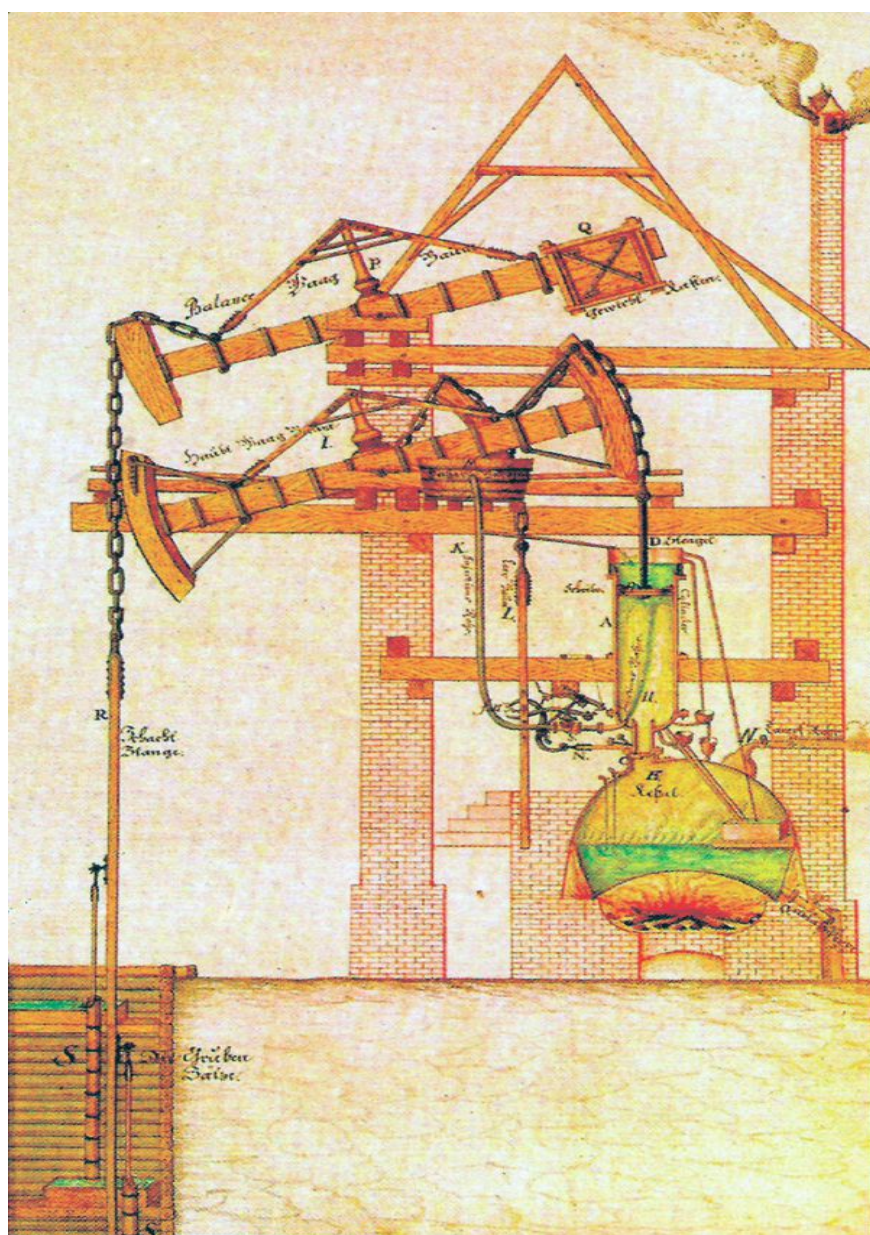


*Princíp atmosferického a Wattovho stacionárneho parného stroja*

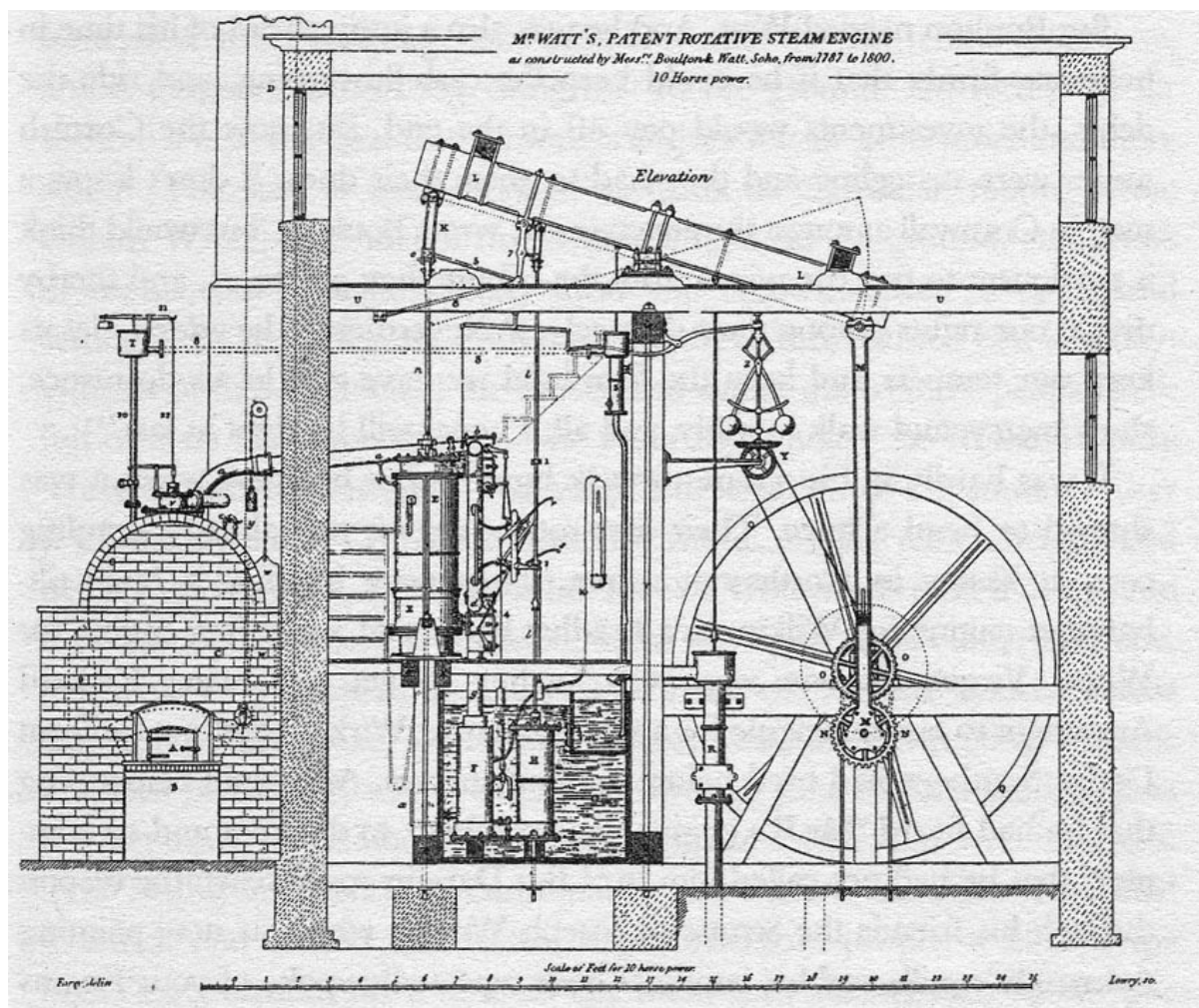
lokomotívu prevratnej konštrukcie pomenovanú „Raketa,, a v roku 1823 založil fabriku na ich sériovú výrobu. Parný stroj prekonal dovtedy uznávanú konskú silu nielen v sile ale aj rýchlosti. V roku 1898 skonštruoval účinnejšiu parnú lokomotívu na prehriatu paru Nemec Schmidt. Výkon všetkých motorov sa aj naďalej porovnával s konskou silou označenou HP neskôr nahradenou kW čo sa rovnalo 0,75 HP. V roku 1851 sa vo Francúzku dokonca na oblohe objavuje vzducholoď poháňaná ťažkým parným strojom s vrtuľou. V roku 1839 Škóti zostrojili parný buchar a nitovačku. Oba vynálezy našli okamžite svoje uplatnenie vo vznikajúcej pudlovni a valcovni pod Brezovou Horou v 50. rokoch 19. storočia. Okrem niekoľkých parných bucharov sa v Hroneckom železiarskom komplexe parné stroje inštalujú v Podbrezovskej valcovni od roku 1855 s piatimi parnými strojmi a následne v Hroneckej parostrojnej hute v roku 1863 s tromi parnými strojmi. Nitovačky sa uplatňujú v novopostavenom Henriho závode v Piesku (1908) pri spájaní oceľových konštrukcií v mostárni ako boli železničné a cestné mosty, elektrické stožiare pre diaľkové vedenia a pri nitovaní veľkých dutých konštrukcií, nádrží ale aj parných kotlov. Parný rušeň podnikovej železnice poháňal dopravu od roku 1879. Postupne parné lokomotívy zabezpečujú logistiku štyroch samostatných fabriek štátnych železiarní (Podbrezová, Piesok, Chvatimech a Hronec) v počte troch rušňov



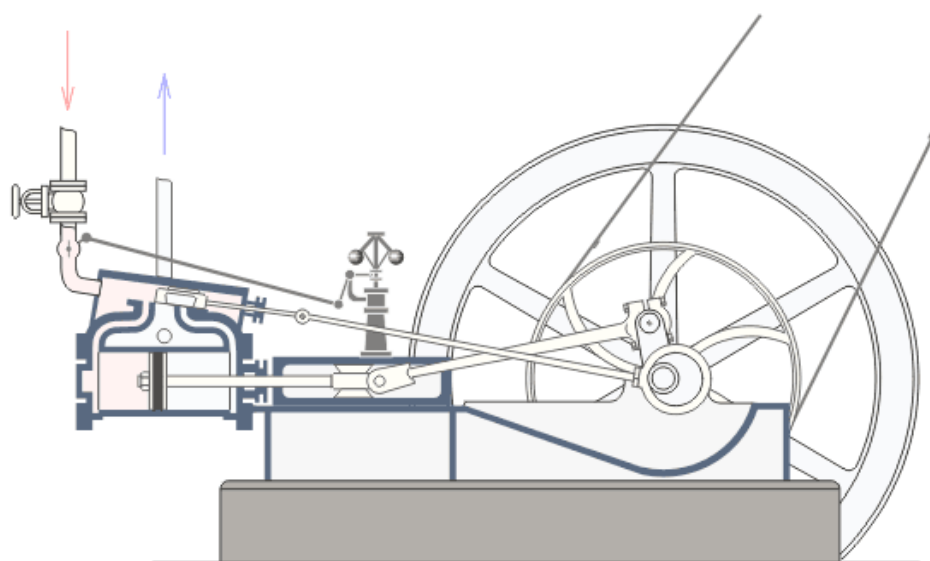
normálneho rozchodu a celej desiatky rušňov úzkorozchodnej železnice. Fabrika neskôr zakúpila aj parný koľajový žeriav. Začiatkom 20. storočia získava parný stroj aj huta v Tisovci a Ľubietovej. Každá huta po jednom parnom stroji. Do Ľubietovej a Tisovca sa pravdepodobne predisponovali až po elektrifikácii Podbrezovskej valcovne. Okrem toho jeden parný stroj získala kompresorňa bane v Sirku a dve parné lokomobily obsahovala lanová dráha Sirk – Tisovec od spustenia do prevádzky v roku 1902. Do súčasnosti sa dochoval parný stroj v štátnej pile Štiavnička a parná lokomotíva podnikovej vlečky, oba odstavené v 80. rokoch 20. storočia. Fabrika vlastnila aj jeden nákladný automobil poháňaný parou.



*Ohňový atmosférický stroj na čerpanie banských vôd postavený v Novej Bani v roku 1722 ako prvý na Európskom kontinente. O desať rokov neskôr postavili ďalšie dva v Štiavnických Baniach.*

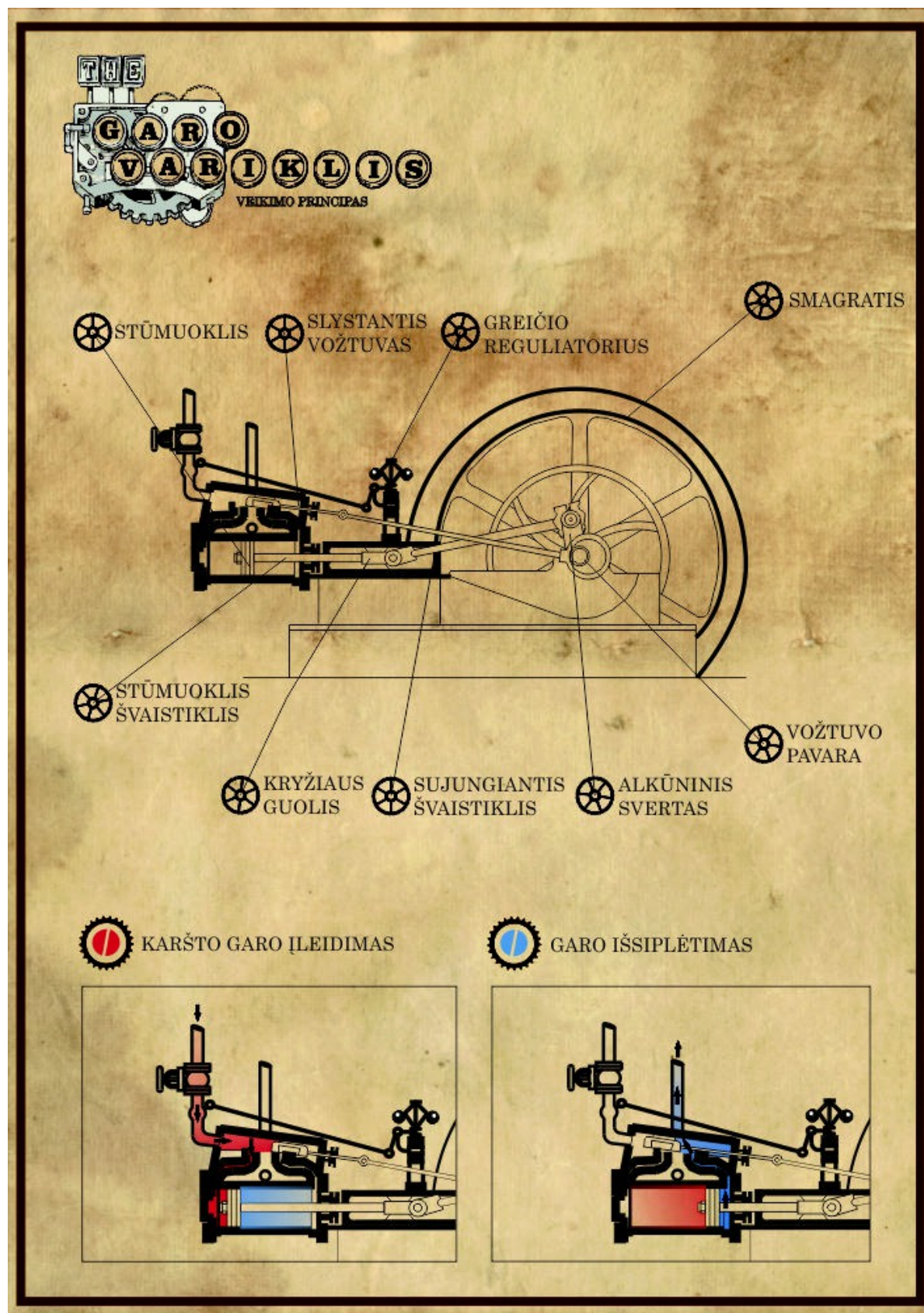


*Plán Wattovho transmisného parného stroja už s Wattovým odstredivým regulátorom otáčok*



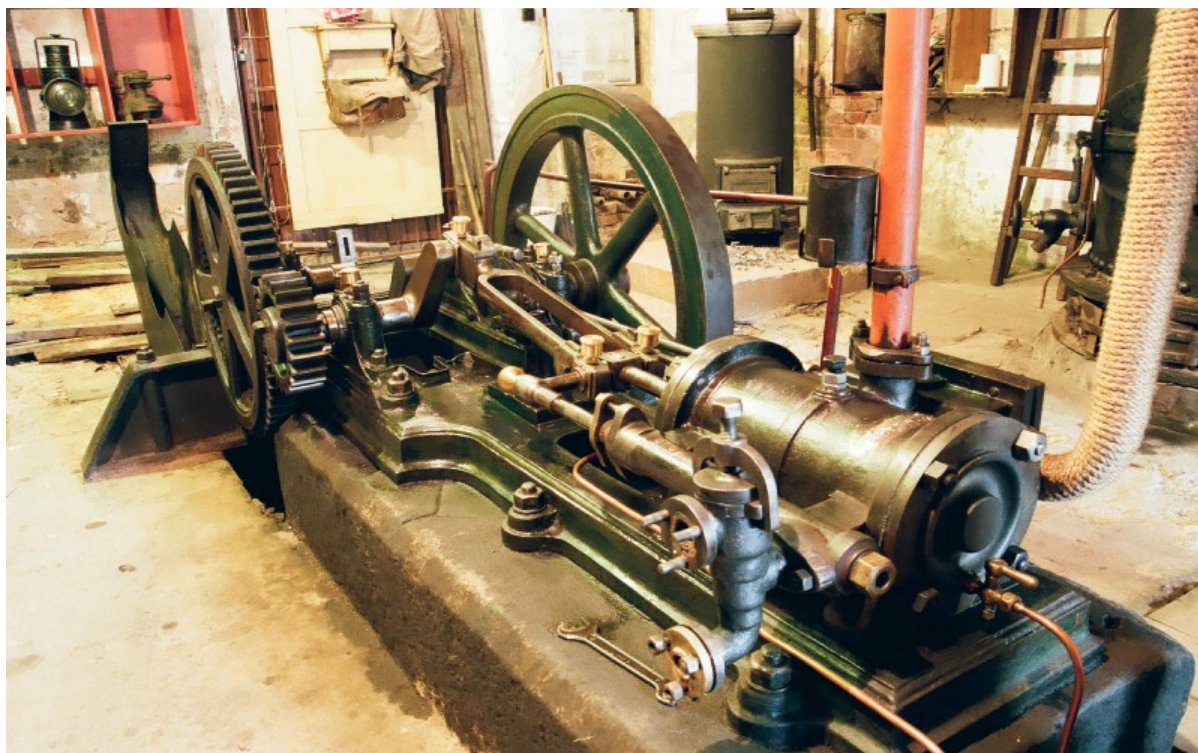
*Rez najpoužívanějším ležatým parným strojem so zotrvačníkom.*





*Princíp funkcie parného stroja kde šupátko mení cesty tlakovej pary do valca a odpadnej pary z valca von čím sa stáva dvojčinný . Wattov odstredivý regulátor tiahlom reguluje prívod pary v hlavnom prívodnom potrubí (vľavo hore).*





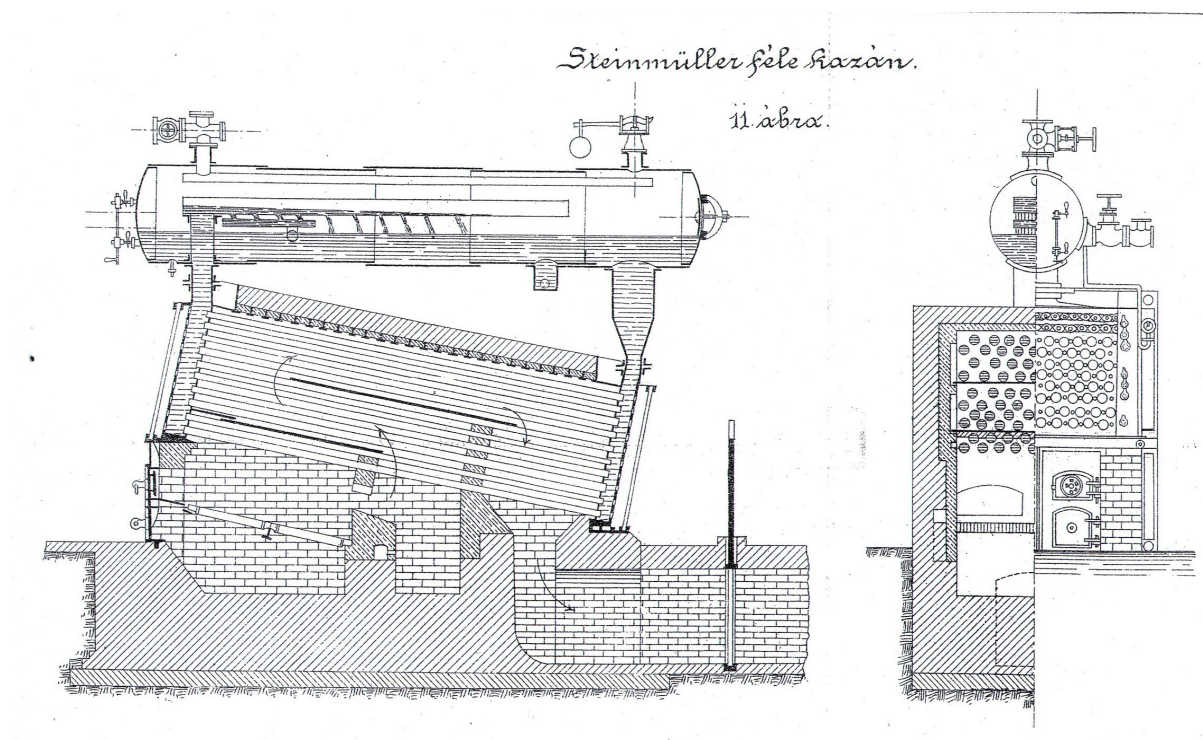
*Pohľad na ležatý, jednovalcový, dvojčinný parný stroj.*

Parné stroje sa stali symbolom priemyselnej revolúcie aj na Slovensku. Bývalý Hronecký C. K. železiarsky komplex pretvorený na Štátne železiarne Podbrezová patril medzi prvé fabriky Uhorska modernizované na tento pohon. Podľa odhadov zmodernizovaný komplex fabrík, hút a baní na začiatku 20. storočia disponoval s 11 parnými strojmi, dvomi parnými turbínami a 11 vodnými turbínami. V období elektrifikácie baní a hutníckych fabrík postupne parné stroje nahrádzajú elektromotory. Elektrickú energiu si fabriky vyrábali z vlastných zdrojov prevažne vo vodných elektrárňach nazývaných Hydrocentrály. Likvidované parné stroje sa spravidla predisponovali do vzdialenejších prevádzok bez možnosti pripojenia sa na fabrickú elektrickú sieť alebo ich jednoducho predali aj s kotlom a armatúrami. Masívne, špinavé a nebezpečné parné stroje v podobe stabilných strojov a lokomobil sú v prevádzke do 60. rokov 20. storočia až na svetlé výnimky. Do 80. rokov 20. storočia zostali v činnosti len veľké parné stroje v štátnych pílach z dôvodu úsporného vykurovania odpadovým rezivom. Do rovnakého času sa udržali pojazdné parné stroje v podobe flotily parných rušňov štátnych aj podnikových železníc. Rovnaký osud stihol málo účinné parné stroje aj v štátnych železiarňach. Vo funkčnom stave sa dochoval do dneška parný stroj v bývalej štátnej píle Štiavnička teraz v majetku Železiarní Podbrezová. Jedna z parných lokomotív normálneho rozchodu je vystavená v železničnej stanici Podbrezová. Vari najefektívnejšia je obnovená prevádzka lesnej železničky v Čiernom Balogu s funkčnými storočnými parnými rušňami na 15 km traťovom úseku.

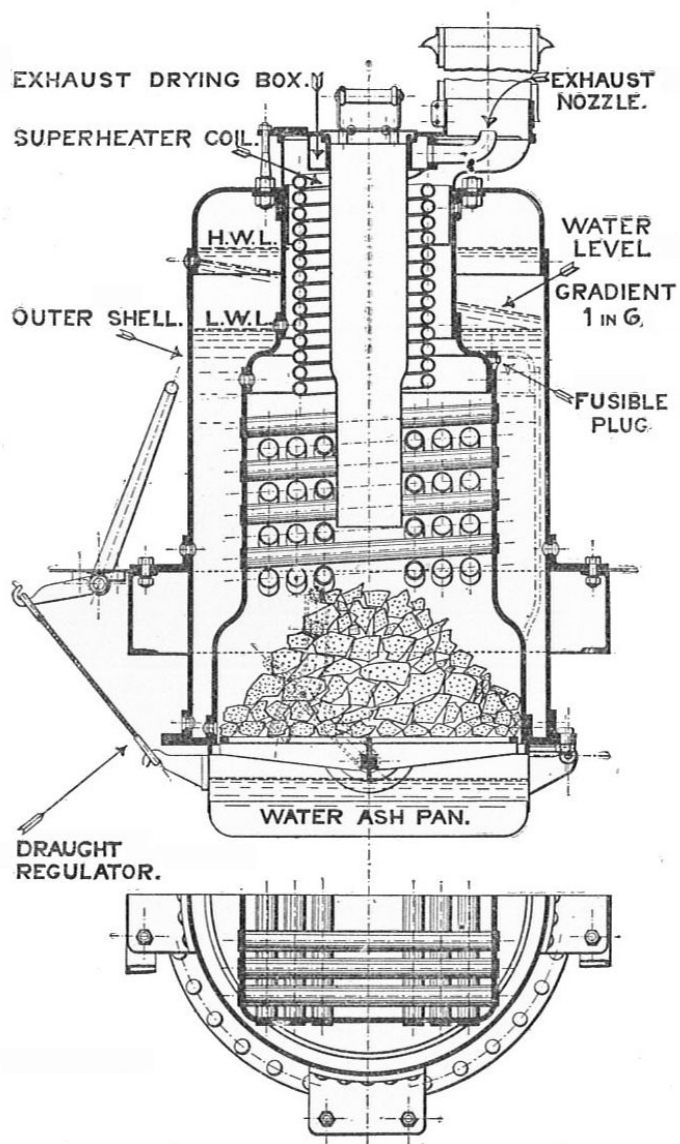




Čelo parného kotla s dvojicou ohnísk s dvierkami na prikladanie, dvojicou vodoznakov uprostred a hore s manometrom. Tento „plamencový“ typ kotla dosahoval účinnosť 70%.



Kotol na pevné palivo na výrobu pary pre pohon parných strojov. Vďaka prúdeniu (cirkulácii) ohrievanej vody v rúrkach sa jej ohrev zintenzívnil a zvýšila účinnosť kotla.



Rez stojatým parným kotlom pre parný stroj dole s ohniskom pod roštom s vodným popolníkom. V strede trubkový výmenník s obvodovým vodným obalom kotla prechádzajúceho hore v komínovej časti v trubkový predhrievač pary.

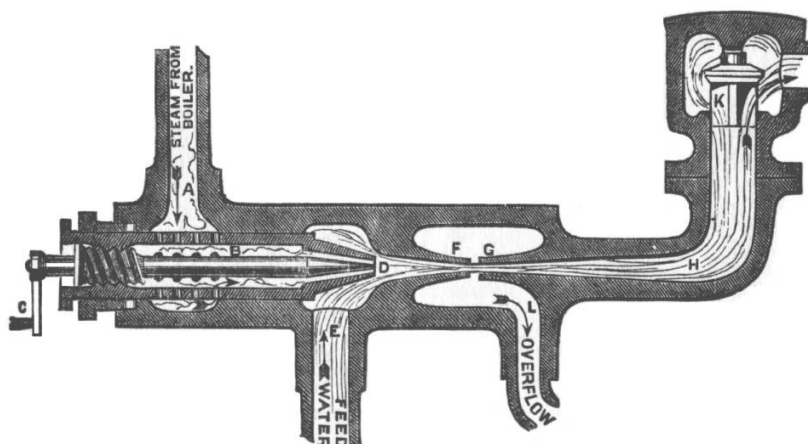
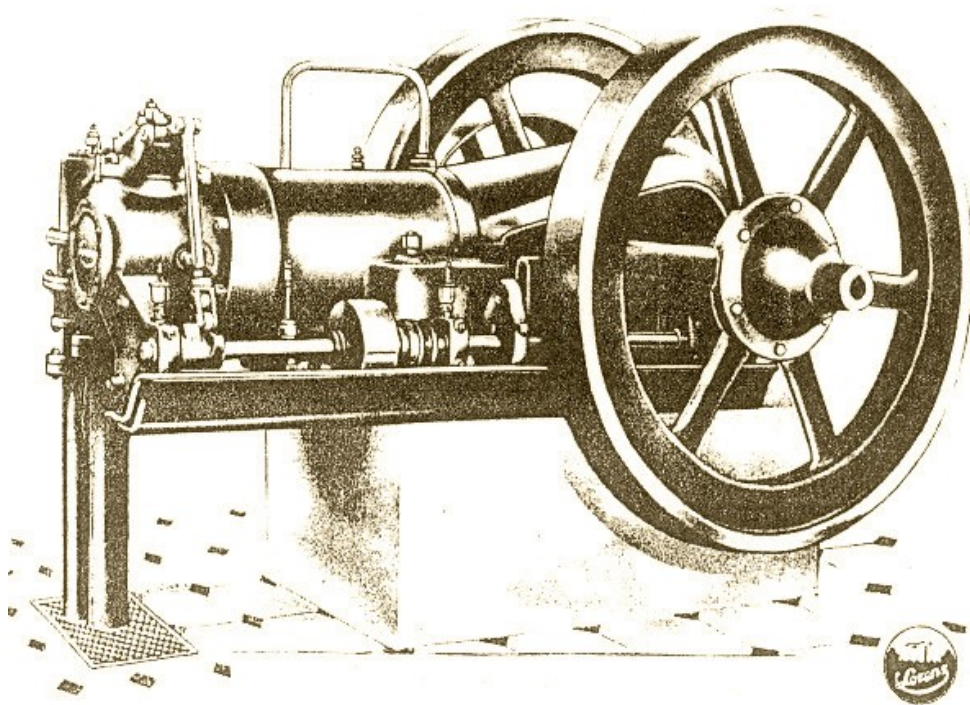


FIG. 6.— Section of Giffard's Injector.

Konštrukcia injektora pre transport vody za pomoci tlakovej pary ako náhrada piestového čerpadla.





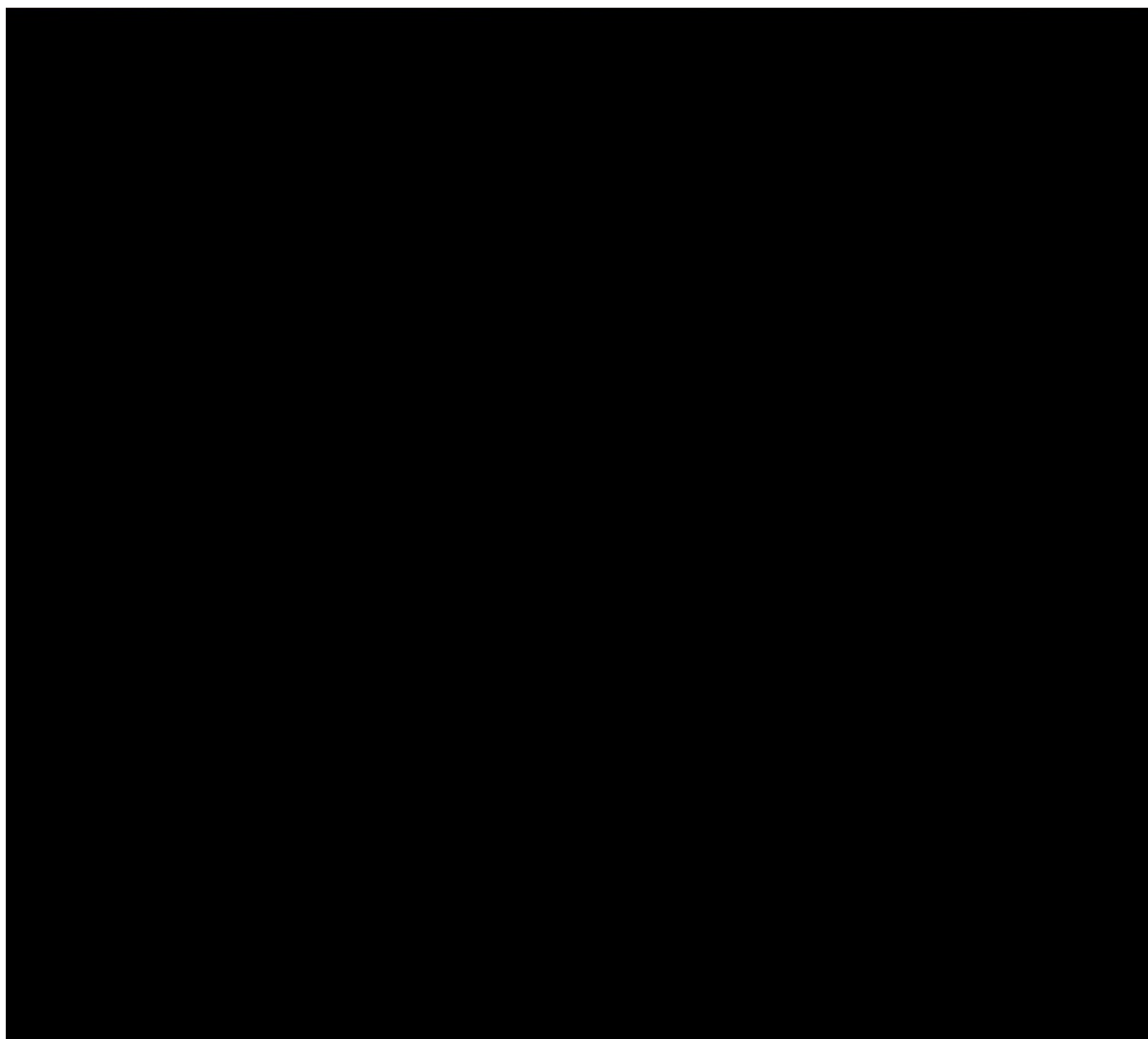
*Stabilný jednovalcový, dvojčinný parný stroj s ležatým valcom s ventilmi a vačkovým hriadeľom na betónovom základe sa už začína podobat' prvým spaľovacím motorom.*



*Nákladné vozidlo Škoda-Sentinel na parný pohon vyrobený v r. 1912 s výkonom 70 HP (koská sila) pri 3 000 ot./min. a spotrebe 3,5 kg uhlia a 10 litrov vody na kilometer. Aj železiareň pod Brezovou vlastnila takýto stroj. Ten začal nahrádzať fabrické konské povozy.*

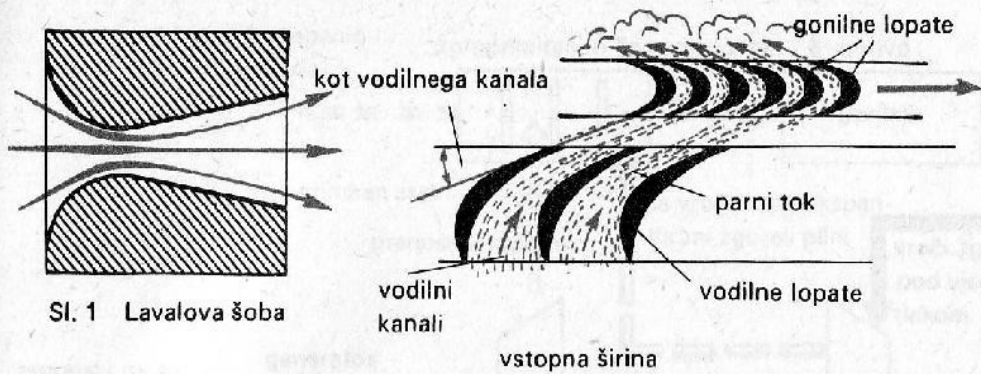
## Parné turbíny

Objav pretlakovej parnej turbíny Angličanom Parsonsom v roku 1884 priniesol prevrat vo výrobe elektrickej energie. Piestové parné stroje (motory) veľkých výkonov začali nahrádzať rýchlobežnými turbínami s účinnosťou 90%, kde vysoký tlak prehriatej pary vyrobenej v kotloch spaľovaním fosílnych palív sa jej expanziou docielil okamžitý točivý moment na lopatkách hriadeľa. Odpadli kľukovka, ojnica, križiak, piest s valcom, zotrvačník a kompletná regulácia otáčok, ktoré trením uberali ešte viac z nízkeho výkonu stroja ku svojej hmotnosti. V roku 1898 v Anglicku vyrobili parník poháňaný parnou turbínou. Turbíny aj v 21. storočí poháňajú generátory v tepelných a jadrových elektrárňach a v štátnych železniarňach našli začiatkom 20. storočia tiež svoje uplatnenie pri výrobe elektrickej energie v Tisovskej hute ako zdroj elektrického osvetlenia a pohonu strojov vysokopecnej prevádzky, neskôr aj lanovej dráhy a štátnej bane v železníku. V Podbrezovskej železiarni ju umiestnili v objekte valcovne, kde slúžila ako záskok výroby elektrickej energie pri nízkych prietokoch vôd pre vodné elektrárne.



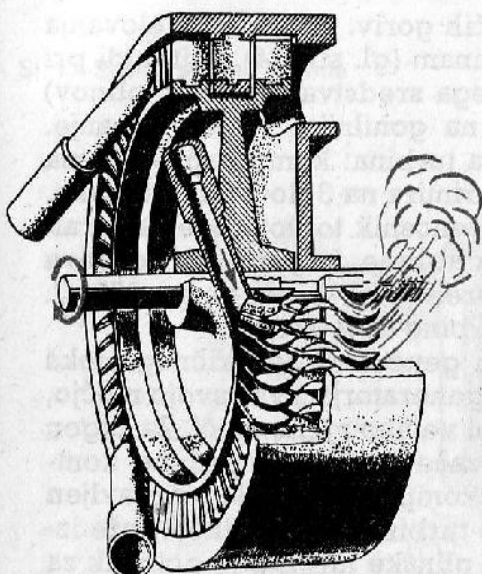
*Princíp parnej turbíny s regulačným ventilom spojeným s odstredivým regulátorom otáčok.*



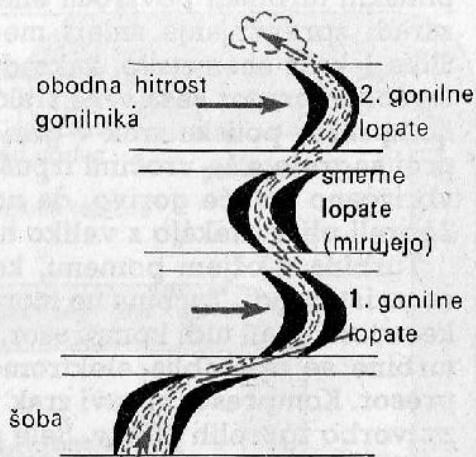


Sl. 1 Lavalova šoba

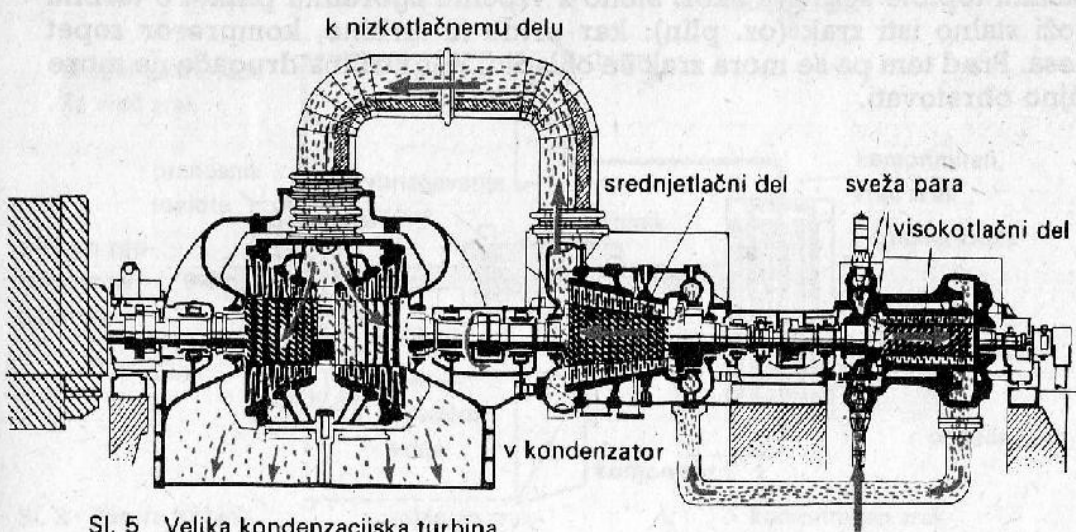
Sl. 2 Preusmerjanje parnega toka  
(postopno izkoriščanje tlaka)



Sl. 3 Pogon kolesa z gonilnimi lopatami (shematsko)



Sl. 4 Shema dvovenčne Curtisove turbine  
(postopno izkoriščanje hitrosti)



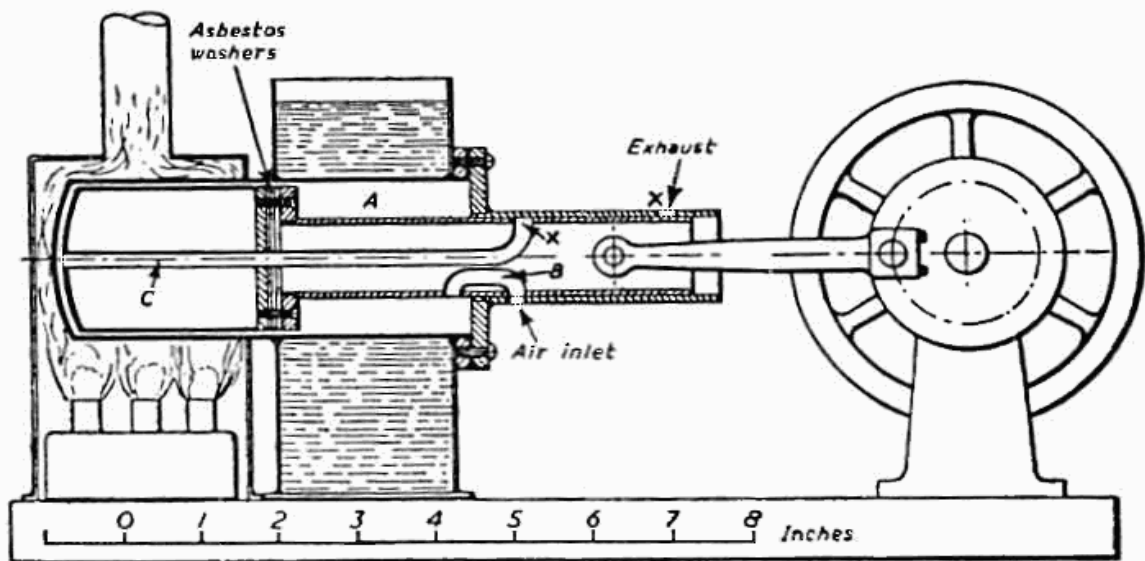
Sl. 5 Velika kondenzacijska turbina

Parná trojstupňová turbína (dole) a princíp osadenia obežných a usmerňovacích lopatiek.

## Spaľovacie motory

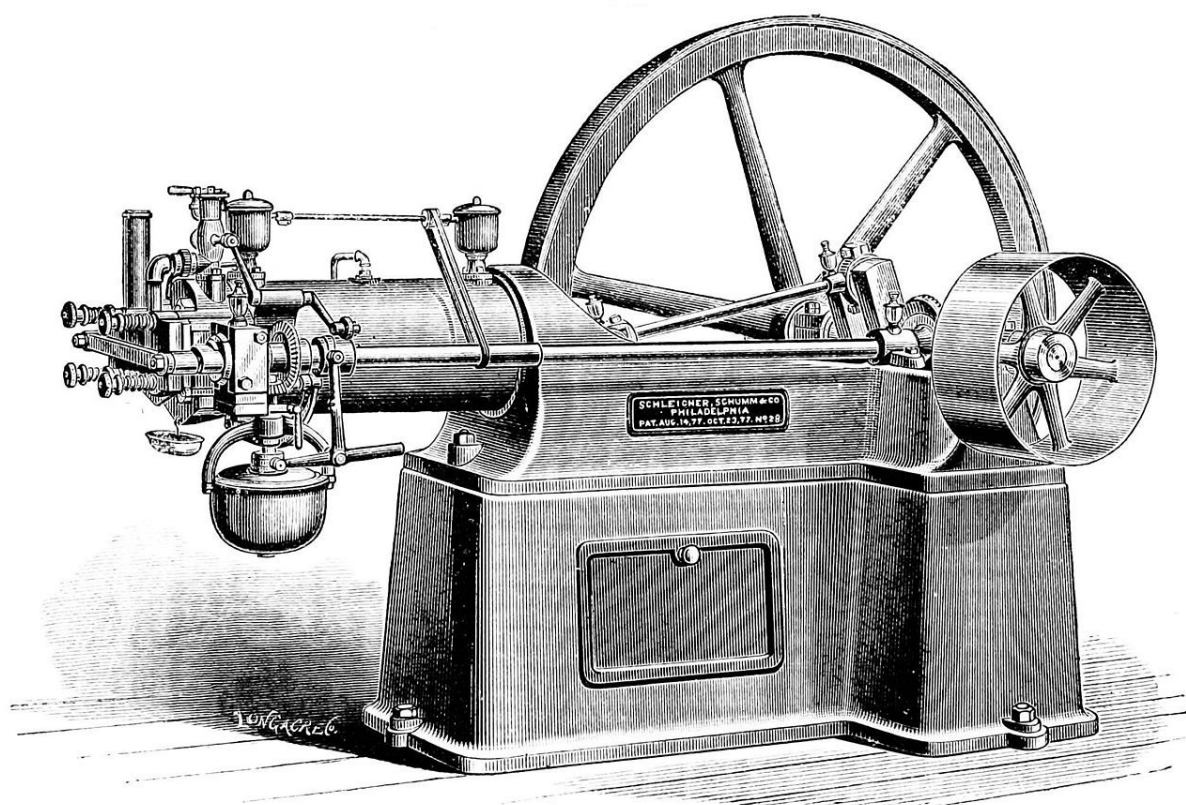
Prelomovým tepelným motorom medzi parným strojom a spaľovacím motorom sa stal motor bratov Sterlingovcov v roku 1816, ktorý ale nedosiahol praktické uplatnenie pre svoj malý výkon ku svojej hmotnosti ale pre zaujímavosť ho uvádzame ako prechodový článok vo vývoji tepelných motorov. Nemec Mann v roku 1836 zostrojil jednostupňový kompresor na stláčanie vzduchu. V roku 1848 si patentuje nárazové pneumatické kladivá a vrtačky Američan Couch. S použitím kompresora sa stali neodmysliteľnými pomocníkmi v baniach a lomoch. V roku 1865 Švédsky vynálezca Alfred Nobel získal patent na dynamit a rozbušku čím zavŕšil dlhoročné snaženie o zefektívnenie ťažkej práce v lomoch, baniach, tuneloch ale aj pri gigantických zemných stavbách akým bol Panamský prieplav otvorený v roku 1914. A práve kompresor s opačnou funkciou a konštrukčne zhodného s parným strojom prispel k vynálezu spaľovacieho motora. Hnacie médium pod vysokým tlakom tlačilo na piest a ten cez kľukovú hriadeľ vytváral krútiaci pohyb. V tomto prípade piest za pomoci sily krútiaceho pohybu kľukovky stláčal nasatý vzduch na vysoký tlak. Bol to ten úspešný medzičlánok vývoja spaľovacích motorov, ktorý prekonal Sterlingov motor. V podstate ďalší vývoj sa uberal myšlienkou ako z počiatočného impulzu stlačenia vo valci výbušnú zmes zapáliť a tak uviesť piest prudkým nárastom ešte väčšieho tlaku vo valci horením do pohybu a zotrvačnosťou dosiahnuť nepretržité opakovanie sa pracovného cyklu. Vývoj spaľovacích motorov začal skonštruovaním motora spaľujúceho svietiplyn vo valci s piestom, ktorý doposiaľ poháňala tlaková para. V roku 1860 ho skonštruoval Belgičan Lenoir Jean Joseph Etienne. Dvojčinný motor pracoval s dvojtaktným pracovným cyklom. Zmes vzduchu a plynu nasával piest počas polovičného zdvihu. Pri hornej úvrati stlačenú zmes zapálila iskra zapáľovacej sviečky a horúce spaliny svojim niekoľkonásobným rozpínaním vytlačili piest do dolnej úvrati. Pri spätnom pohybe piest vytlačil spaliny z valca, zatiaľ čo na druhej strane valca začal nový pracovný cyklus. Valec bol chladený vodou. Motor ešte nemal ventily ale šupátka posúvané výstredníkom ako pri parnom stroji. Elektrinu o vysokom napätí dodával indukčný prístroj s Wagnerovým kladivkom. Motor s výkonom 2 kW spotreboval 4 m<sup>3</sup> svietiplynu za hodinu. Tento motor bol využiteľný len pre stabilné motory a preto sa v hutách osvedčil na pohon generátorov elektrickej energie napríklad v Coburgovej železiarni v Stratenej. Už mobilnejší motor fungoval na výpary petroleja zahrievaného plameňom a po zahriatí motora teplom výfukových plynov alebo chladiacej vody. Objav karburátora dal vznik benzínovým zapáľovacím motorom a vstrekovacie čerpadlo zas naftovým vznetovým motorom. Spaľovacie motory veľkých rozmerov prispeli na Slovensku tiež k elektrifikácii v 20. rokoch 20. storočia ako generátorové stanice kde poháňali v čase špičiek trojfázové generátory.





*This sectional view of the hot-air engine shows the simplicity of the design.*

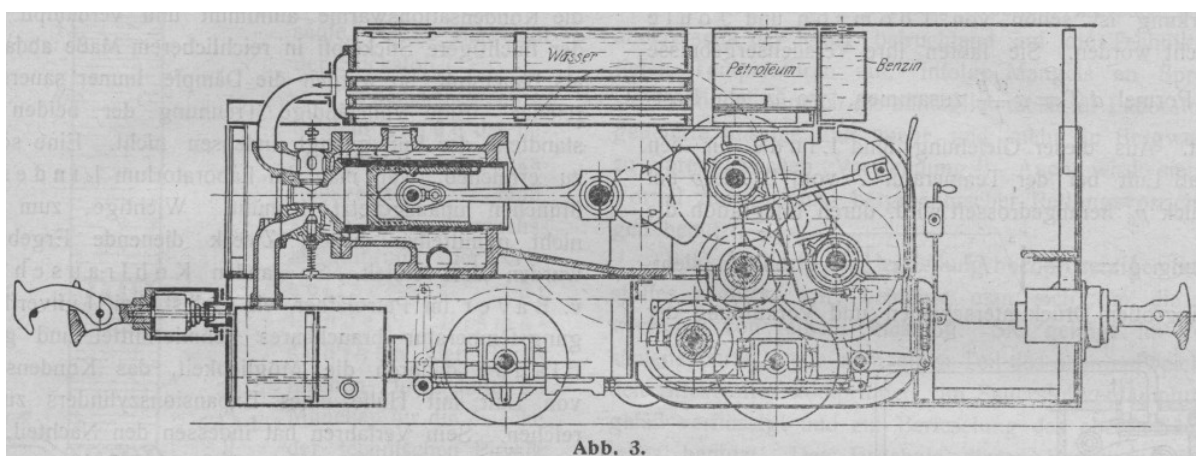
Motor s vonkajším spaľovaním ale bez parného kotla tzv. Šterlingov motor kde plameň priamo odovzdáva teplo valcu s piestom. Rozťažnosťou a zmršťovaním média dochádza k pohybu piesta.



Spaľovací motor s ležatým piestom ešte má konštrukčné črty parného stroja.

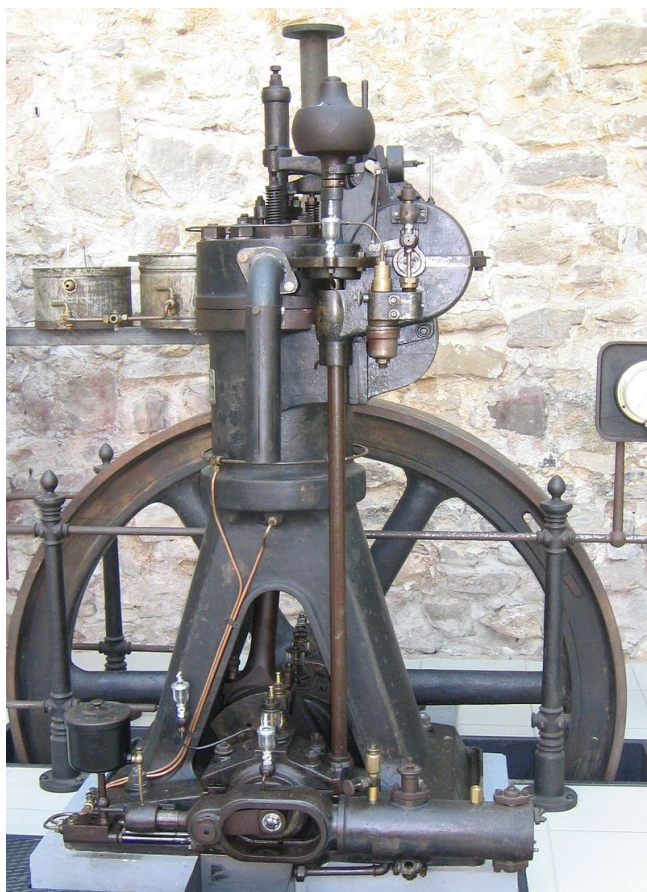


*Stabilný spaľovací motor na petrolejove výpary.*

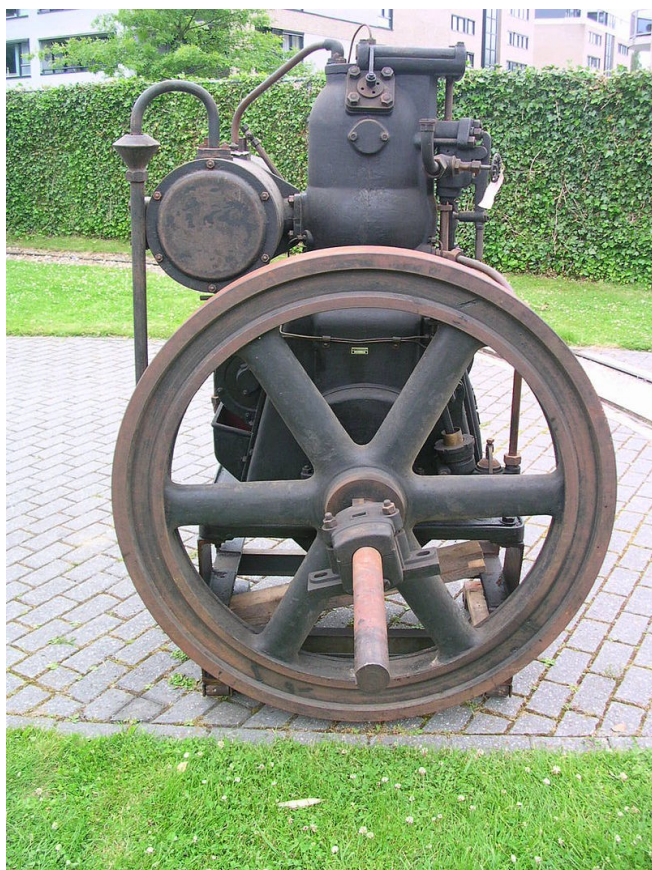


*Spaľovací motor na výpary petroleja v banskej lokomotive*

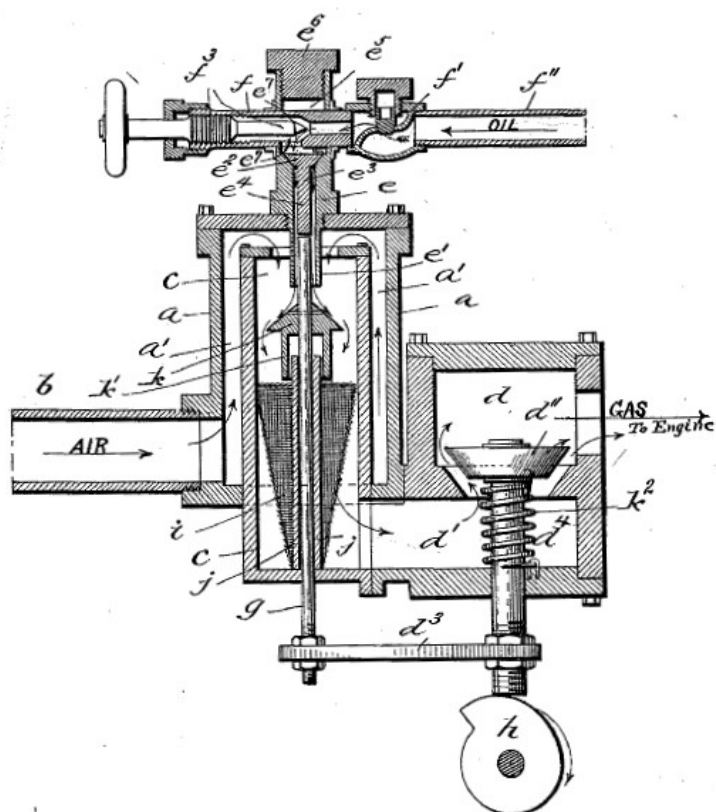




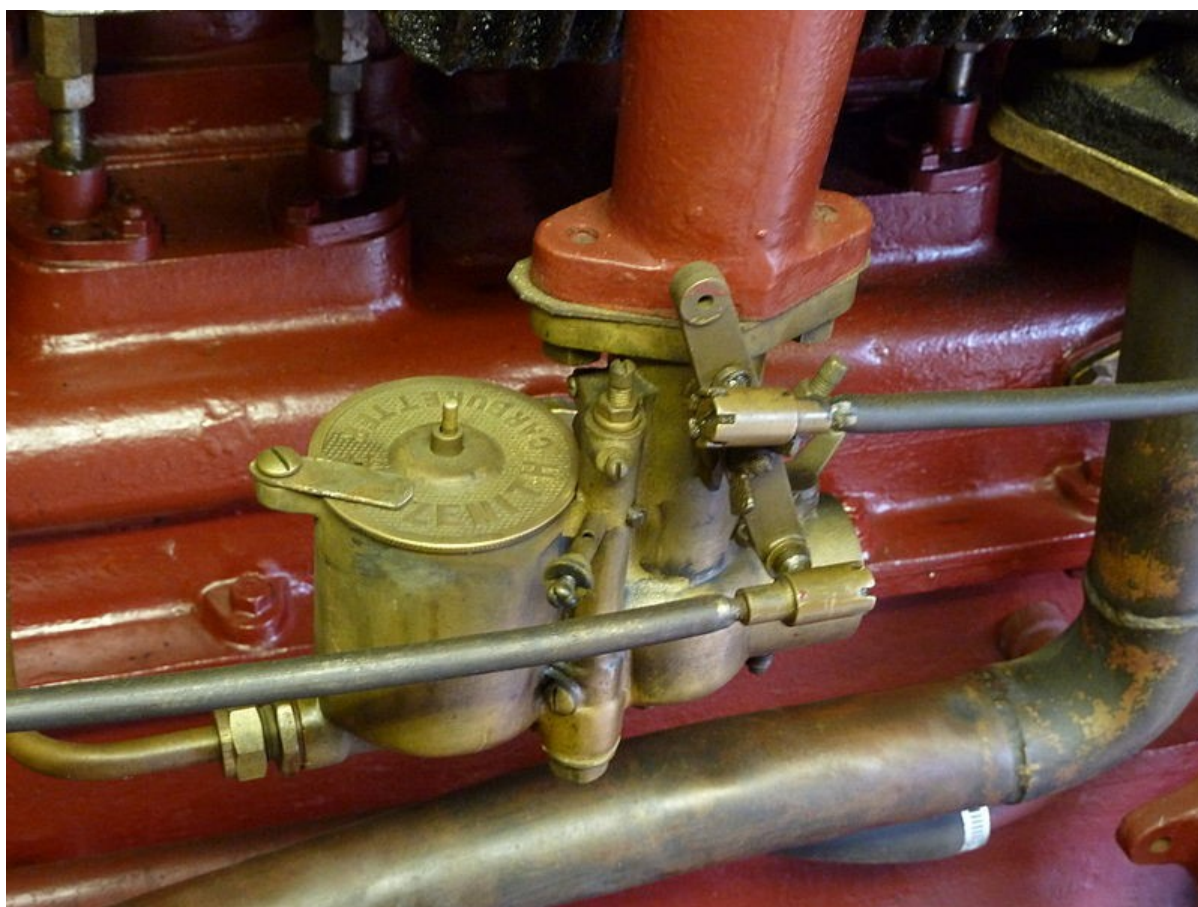
*Spaľovací motor so vstrekovacím čerpadlom*



*Motor na petrolejové výpary*

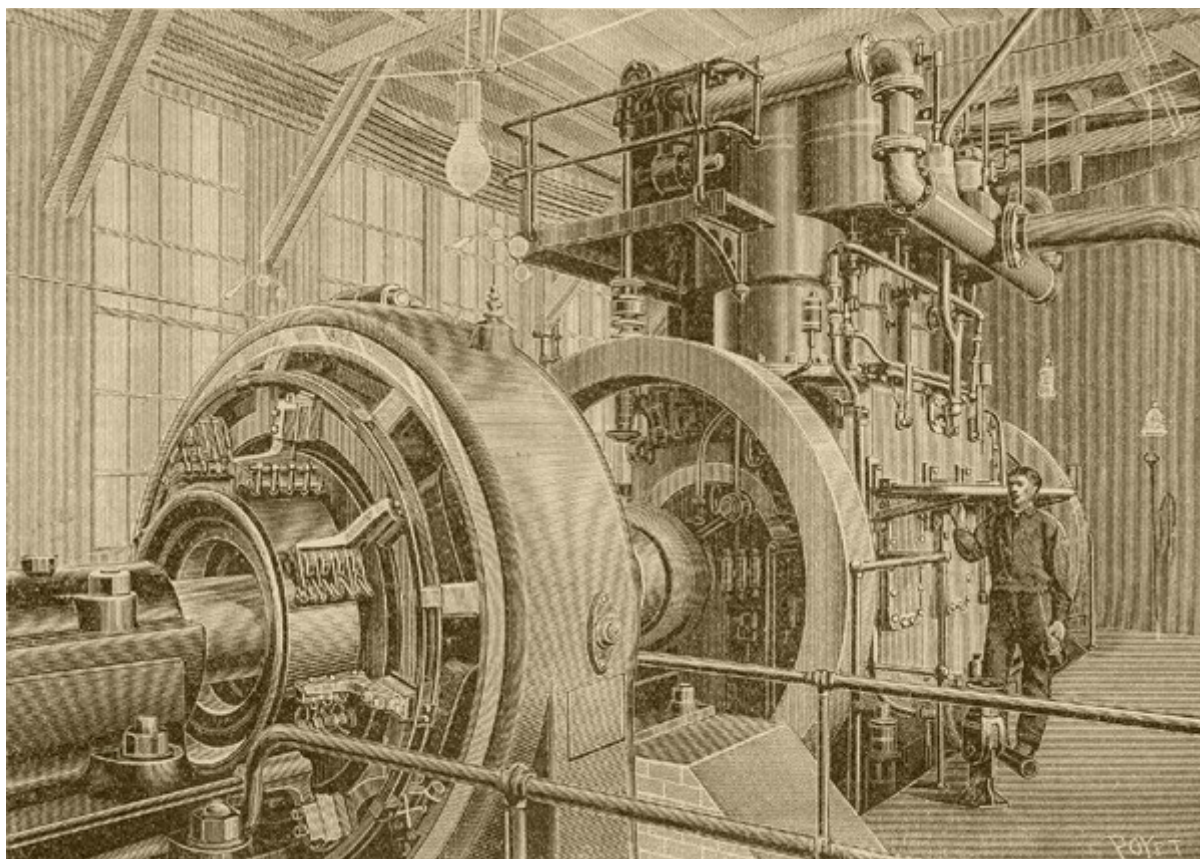


*Prvý karburátor na miešanie zápalnej (výbušnej) zmesi vzduchu a výpary petroleja.*

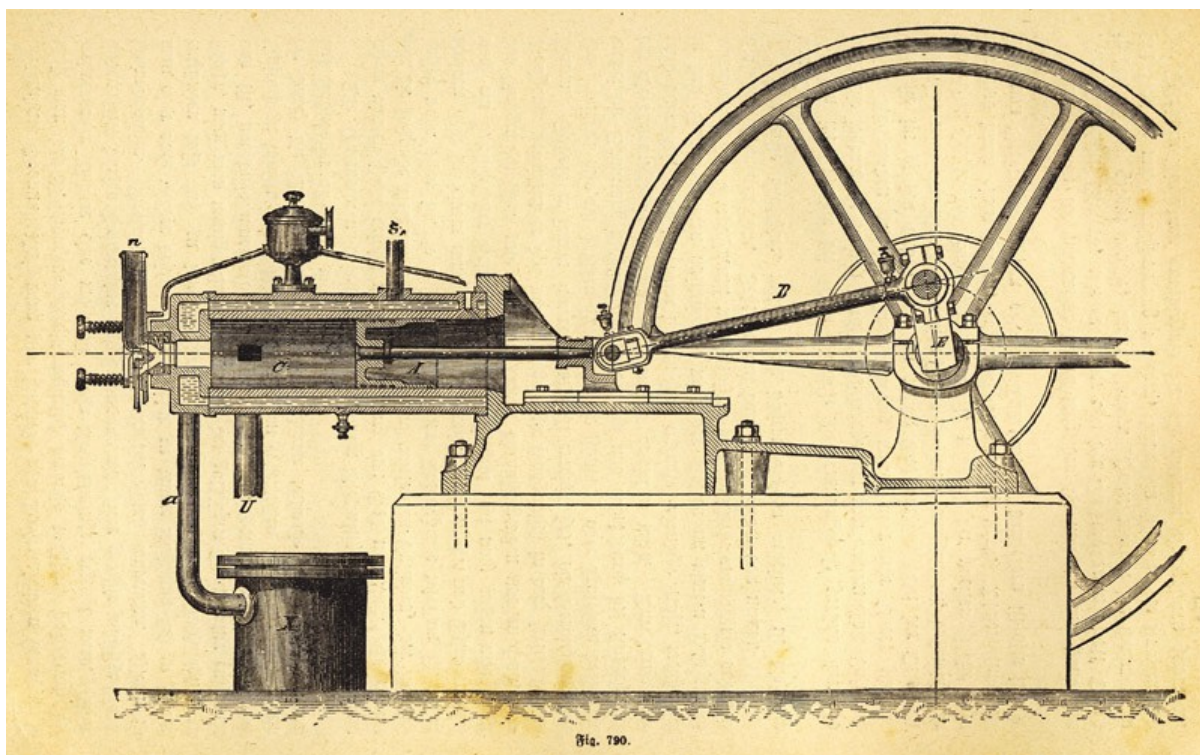


*Pohľad na benzínový karburátor*



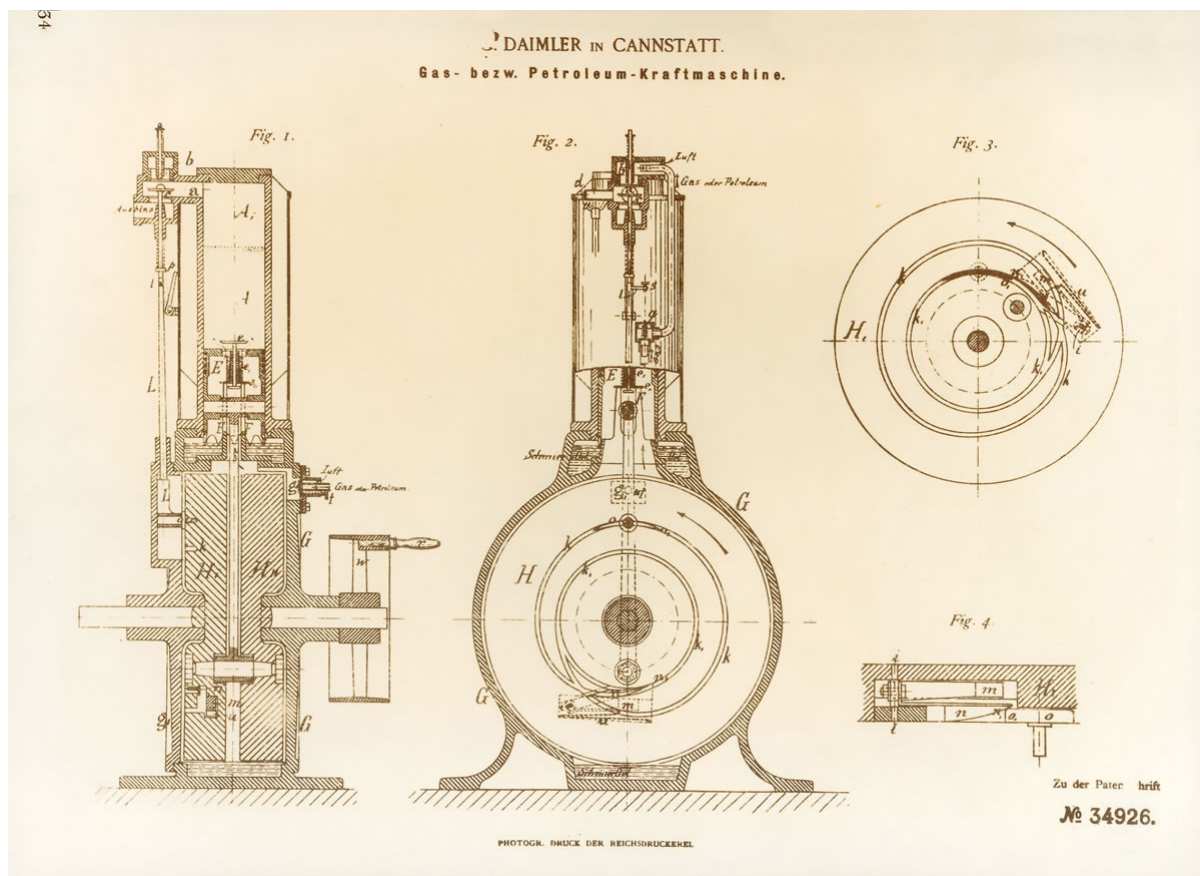


*Plynový radový trojvalec na kychtový plyn pohánajúci generátor elektrickej energie.*

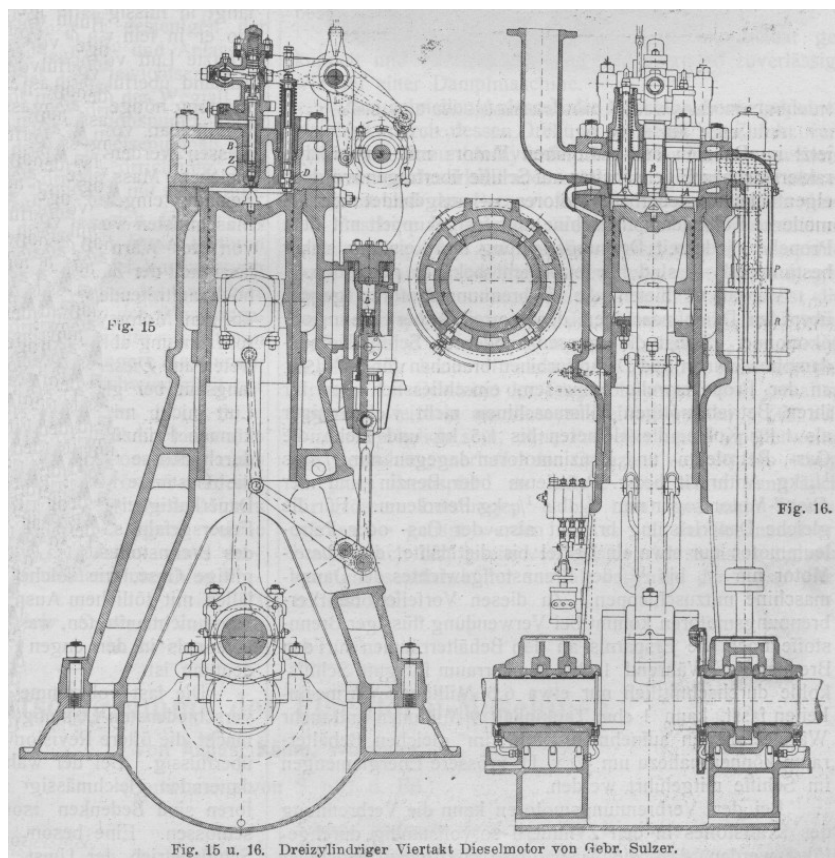


*Tepelný motor s vnútorným spaľovaním petrolejových výparov*





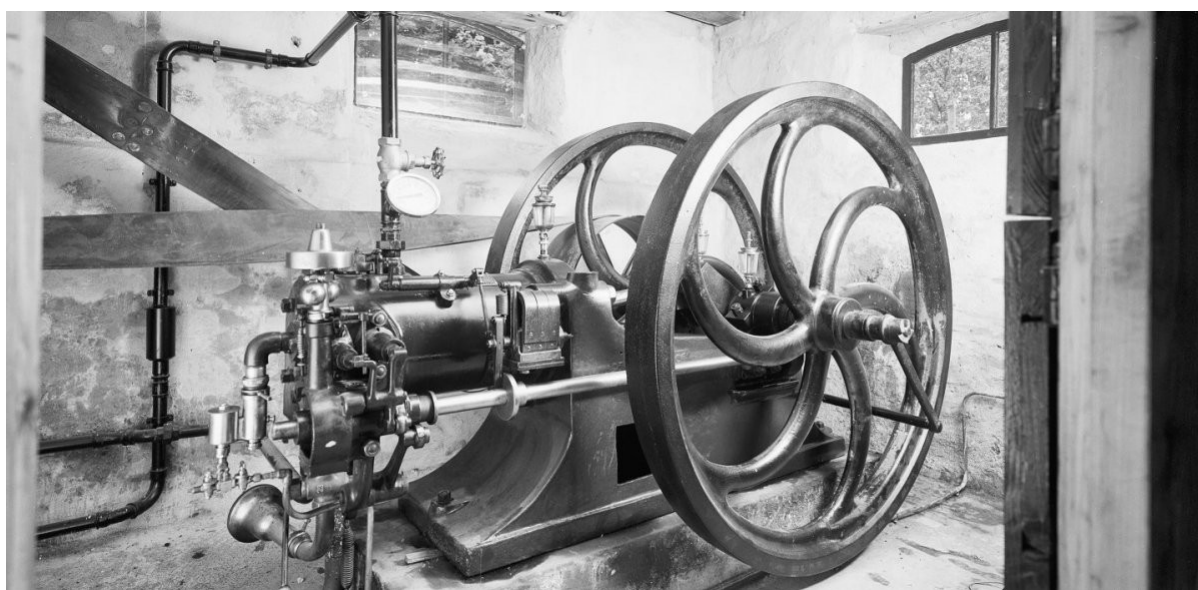
*Jednovalcový spaľovací motor Daimler a Cannstatt.*



*Spaľovací motor s priamym vstrekom paliva do valca.*



V roku 1876 v Nemecku vynášiel vynálezca Otto spolu s Langenom štvortaktný spaľovací motor na svietplyn. Nemec Benz v roku 1885 zostrojil svoj pomalobežný benzínový motor s elektrickým zapáľovaním a použil ho na pohon svojej trojkolky aj motorovej lode. Jeho krajan Daimler v rovnakom čase skonštruoval svoj rýchlobežný spaľovací benzínový motor s vysokou kompresiou. Svoj motor inštaloval do prvého motocykla, automobilu aj motorového člna. K rozvoju automobilovej dopravy prispel v roku 1845 aj Angličan Thomson s patentom výroby gumených pneumatík plnených vzduchom. V roku 1887 v Nemecku vyrába Bosch magnetové zapáľovanie pre rozvíjajúce sa spaľovacie motory. V roku 1888 vo Francúzku rozbiehajú priemyselnú výrobu Daimlerových automobilov. V roku 1893 si v Nemecku dáva patentovať Diesel svoj úsporný rovnotlaký spaľovací naftový motor. V Nemecku je po roku 1898 vyrobený prvý autobus s benzínovým motorom. V Amerike sa začiatkom 20. storočia rozbehla sériová automobilová výroba značky Ford. Prelom 19. a 20. storočia patrí jednoznačne železničnej doprave s dominantnou parnou trakciou, no objavujú sa aj benzínové či naftové lokotraktory a lokomotívy určené pre špecifické účely, kde nemožno uplatniť parné stroje. Cestná autodoprava je celé polstoročie zakliata pre nevhodné Európske cesty na úrovni terajších poľných či lesných ciest. Do polovice 20. storočia aj naďalej prevládala nákladná preprava na povozoch ťahaných koňmi alebo ešte pomalšími volskými záprahmi. Honorácia už dávala prednosť osobnej automobilovej preprave a najmä vo veľkých fabrikách sa objavujú aj prvé nákladné automobily, ktoré po odstavení nebolo potrebné ustajniť a nachovať. Odviezli viac a rýchlejšie ako konský záprah preto boli efektívnejšie. Spevnené cesty ale spravidla končili za hranicami miest, preto cestovanie autom nebolo spočiatku oveľa rýchlejšie ako konským záprahom. Aj preto sa cestovalo najmä železnicou. Bola rýchla, pohodlná a cenovo dostupná.



*Spaľovací motor s elektrickým zapáľovaním na benzín alebo petrolej.*



*Majiteľ konkurenčného železiarskeho komplexu na Horehroní, len 30 km od štátnych železiarní v Podbrezovej pred Augustovou hutou v Pohorelskej Maši na svojom osobnom automobile na začiatku 20. storočia. Spevnené cesty vtedy mali len väčšie mestá.*



*Závadka n/ Hronom v r. 1952 mala ešte stále nespevnenú hradsčú (dnes cesta I. triedy). Ťažko povedať či autodoprava bola rýchlejšia ako konské povozy. Železnica sem dorazila v r. 1903. Podbrezová mala v tomto smere náskok 20 rokov.*



Preprava tlakovej nádoby  
zo železničnej stanice



*Nákladný automobil v Tisovci so spaľovacím motorom a bezdušovými pneumatikami.*

### **Stroje v baniach, hutách a strojodielňach poháňané motormi**

**S**pracovanie železa vo vykúvacích hámroch a neskôr valcovniach patril do prvovýroby všetkých železiarskych podnikov zaoberajúcich sa ťažbou železnej rudy a výrobou kujného či surového železa, Hronecký železiarsky komplex nevynímajúc. Produktom tavby v dúchačkách bola hruda kujného železa obsahujúca trosku a produkt vysokých pecí zas veľmi krehké uhlikaté surové železo. V oboch prípadoch išlo o nepoužiteľný polotovár a ten musel byť následne upravený na predajný finálny výrobok opätovným tepelným spracovaním vo vyhniach a neskôr v pudlovacích peciach a ich mechanickou úpravou vykúvaním a neskôr valcovaním na tyčové železo a plechy, profilovú oceľ, železničné koľajnice a oceľové rúry. Krehké vysokopecné surové železo našlo tiež svoje nové uplatnenie nielen ako krehká liatina, ale aj ako polotovár pre ďalšie opracovanie strojárskou výrobou alebo finálne výrobky od delových hlavní a delových gúl, strojných súčiastok, kanalizačných rúr a príslušenstva až po kuchynský liaty riad a úžitkové predmety pre domácnosť, mestské ulice, železničné stanice ale aj bohato zdobené ploty a brány kaštieľov šľachty a fabrikantov či veľkostatkárov. Ďalším finálnym výrobkom Hroneckého železiarskeho komplexu sa stal lisovaný plechový riad, informačné tabule a ostatné užitočné lisované výrobky z oceľového plechu ako sú lopaty. Okrem

vykúvacích hámrov mal Hronecký komplex celú desiatku canových (jemných) hámrov kde sa vyrábali finálne výrobky z vlastného polotovaru (tyčového železa). Už v 17. storočí sa uvádza v účtovných knihách niekoľko desiatok železných výrobkov no predovšetkým výroba klinec a výroba drôtu s vlastnou prevádzkou ťahárne drôtu tzv. Drotáreň. Výroba železných kramlí a železničných klinec do podvalov v Jasení nesie aj katastrálne pomenovanie – Kramlište. Vrcholom druhovýroby už štátnych železiární v Podbrezovej priniesla nová fabrika na Piesku (Henriho závod) s výrobným programom veľkých konštrukcií, elektrických stožiarov, železničných mostov a výrobou dutých telies a kotlov nitovaním a zváraním. V Piesku dokonca vyrobili podľa zakúpenej parnej lokomotívy značky Kachelman z Vyhní jej repliku pre podnikovú úzkorozchodnú železnicu. Všetko ale začalo u vyhrievacích vyhní a vykúvacích kladív všeobecne nazývaných hámre. Aj keď valcovanie inovovalo klasické vykúvanie polotovarov z kujného železa v podobe tyčového železa a plechov, išlo o modernizáciu len prvovýroby pri zachovaní klasického kováčskeho remesla v druhovýrobe. Aj po zavedení progresívnejšieho valcovania naďalej zostáva vykúvacie kladivo podstatným výrobným zariadením pri odstraňovaní (vytláčaní) trosky z kujného železa ešte pred samotným valcovaním. Vykúvacie kladivo poháňané vodným kolesom neskôr nahradila vodná turbína, parný stroj a parný buchar. Hronecký železiarsky komplex sa neustále modernizoval najnovšími priemyselnými objavmi. (V roku 1722 Francúz Réaumur vynášiel cementáciu ocele jej nauhličovaním za pomoci drevného uhlia. V roku 1740 začali v Anglicku vyrábať najkvalitnejšiu kelímkovú oceľ. V roku 1758 si dal anglický hutník Wilkinson patentovať formovanie oceľových rúr piestom. Ten sa zaslúžil aj o výrobu prvého liatinového mosta na svete. Wilkinson vynášiel spôsob valcovania rúr pomocou valcovacej stolice a o dva roky skonštruoval vratnú stolicu na valcovanie plechov. Neskôr dáva do prevádzky prvú parnú valcovňu železa. Tiež vynášiel kuplovú pec na výrobu šedej liatiny pre zlievarenské účely. V roku 1764 Angličan Hargreaves zostrojil prvý spriadací stroj ktorý spôsobil technickú revolúciu v textilnom priemysle. Zložitý stroj bol zhotovený prevažne z liatiny a kujného železa. V roku 1770 sa v Anglicku začína používať klasický špirálový vrták na drevo. Angličan Cort vynášiel spôsob valcovania oceľových plechov z odliatych blokov. O rok neskôr získal patent na výrobu zvárkového železa v pudlovacích peciach. Uvedená plamenná pec ušetrila nedostatkové drevné uhlie, preto sa rozšírila do celého sveta. V rovnakom roku skonštruoval Angličan Carwright mechanický tkáčsky stav. Textilná výroba sa tak spolu s mechanizovaným spriadaním nití dostala na čelo priemyselnej revolúcie na celom svete. V roku 1790 je to prvý šijací stroj. V Anglicku je v roku 1790 patentovaná píla na parný pohon, guľčkové ložiská a vynájdený hydraulický lis. V roku 1799 navrhuje anglický inžinier Nixon výrobu koľajníc pre železnice z kujného železa. Všetky uvedené vynálezy a patenty sa o niekoľko desaťročí uplatňujú aj v Hroneckom železiarskom komplexe. Rok 1828 prináša okrem



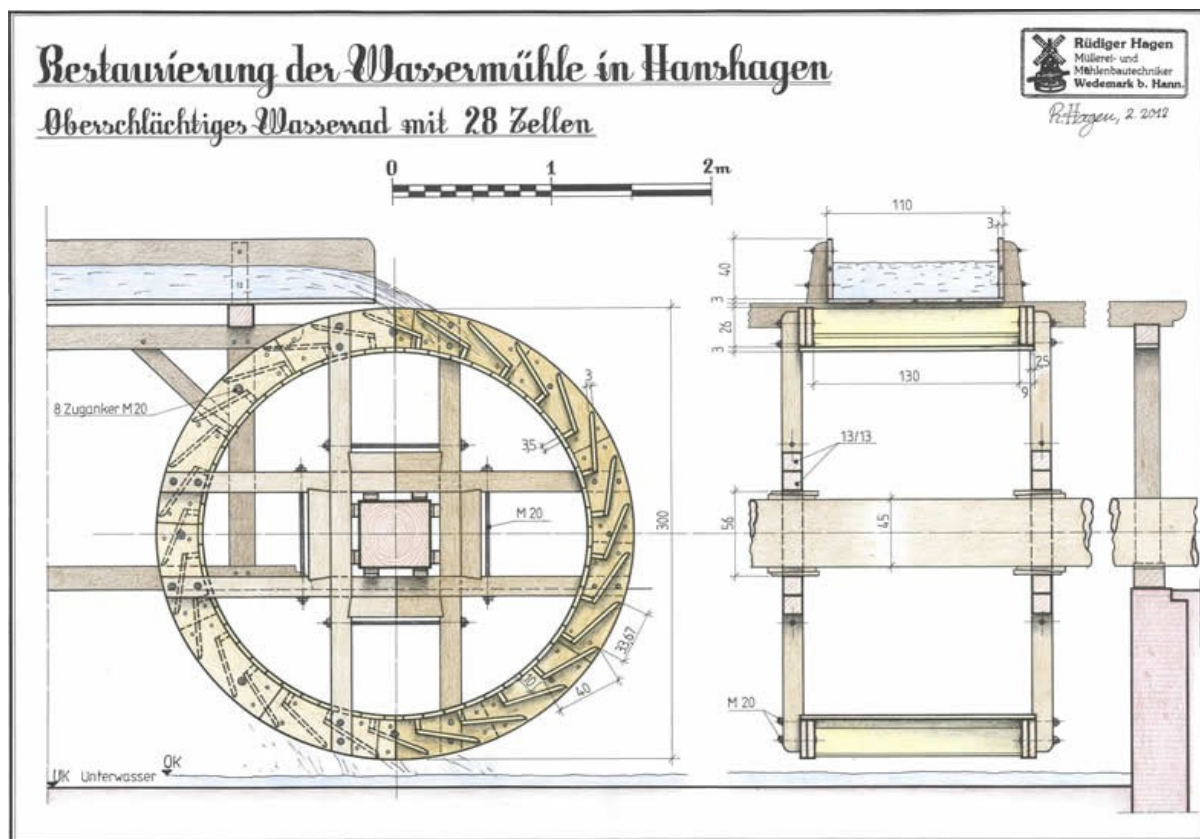
množstva drobnejších objavov v hutníctve najmä patent Škóta Nelsona na ohrievač vetra pre vysoké pece. Toto prinieslo neuveriteľné úspory uhlia a zvýšenie produkcie výroby surového železa, ktoré čoraz viac začína nahradzať drevo, drevené výrobky ale aj konštrukcie a stroje. V roku 1839 Škóti zostrojili parný buchar. Aj ten sa objavil v pudlovni pod Brezovou Horou. V roku 1848 vynášiel nemecký inžinier Daelen univerzálnu valcovacu stolicu určenú pre valcovanie najrôznejších oceľových profilov. Aj tento produkt sa o niekoľko desaťročí vyrába v Podbrezovej. V roku 1855 navrhuje Francúz Lamblot do betónu oceľovú výstuž a rodí sa železobetón. Aj oceľová výstuž sa v Podbrezovej vyrábala do 80. rokov 20. storočia. Angličan Bessemer zavádza na výrobu kunej ocele konvertor v ktorom sa za pomoci stlačeného vzduchu spaľuje nežiaduci uhlík, mangán a kremík. Ide o ďalší prevratný objav v hutníctve. Besemeráciu pokusne zaviedli aj v Hronci v roku 1878. Prevratným objavom bola aj regeneračná taviaca pec nemeckých bratov Siemensovcov. Siemensovu regeneračnú pec v roku 1864 zdokonalil Francúz Martin o nistej určenú na výrobu ocele. Prvú Siemens-Martinskú pec postavili pod Brezovou Horou v roku 1878. V Nemecku sa uplatňuje koksárenský plyn pri vykurovaní martinských pecí. Ide o tzv. generátorový plyn z nedokonalého spaľovania kamenného uhlia, pričom sa uvoľňuje plyn a výsledným produktom je koks používaný ako vysokopecné palivo. Aj tento vynález našiel svoje rýchle uplatnenie v tunajších hutách a železiarňach. Angličan Cowper vynášiel v roku 1857 spaľovanie kychtových plynov z vysokých pecí v ohrievačoch vetra, čím sa opäť zhospodárnila vysokopecná prevádzka. V Nemecku konštruje v roku 1876 Siemens elektrickú oblúkovú pec. Ďalší nemecký konštruktér Mannesman vynášiel výrobu bezšvíkových oceľových rúr šikmým nastavením valcov čím získal rotáciu valcovaneho materiálu. Tento patent bol na prelome storočí zavedený v Podbrezovskej novopostavenej rúrovni. Starú preniesli do fabriky v Piesku. Vo svete sa veľké železiarne elektrifikujú. Stavajú sa oceľové vojnové lode a samozrejme zocel'uje sa vojenská výzbroj. Začiatkom 20. storočia sa začína rozvíjať letecký priemysel. Objavujú sa prvé lietadlá poháňané spaľovacím motorom. Počas 1. svetovej vojny sa rýchlo zdokonaľuje letecká technika a objavujú sa aj prvé tanky. A tie sú vyrábané z ocele a oceľoliatiny. Oceľ všeobecne nahrádza drevo najmä pri stavbách gigantických oceľových mostov, stavbou železníc, výstavných a železničných hál, končiac 306 m vysokou Eiffelovou vežou v Paríži v roku 1889. Drevené obchodné loďstvo zaniká a stavajú sa oceľové nákladné lode a zaoceánske parníky ako neslávne slávny Titanic. Zocel'uje sa aj cestná doprava nástupom automobilizmu. Tejto tzv. novej dobe železnej zodpovedá zvyšujúca sa ťažba železnej rudy a kamenného uhlia, potrebných k rastúcej výrobe a spracovaniu ocele v hutách a železiarňach. Zvyšujúci objem výroby prináša aj zväčšovanie oceliarní a valcovní a zväčšovanie výrobných hál, kde oceľ nahrádza drevo a tehly. Aj štátne železiarne v Podbrezovej sa menia na oceliarskú fabriku spolu s vysokopecnou hutou v Tisovci a Metalurgickým závodom v Hronci.

## **Výroba ocele vo vysokých peciach**

Pôvodný hronecký železiarsky handel disponoval najskôr s jednou dúchačkou, neskôr s ich dvojicou v spoločnej obmurovke a od roku 1740 a následne 1743 aj drevouhoľnou vysokou pecou. Ďalšou hutnou prevádzkou prevzatou pod správu Štiavnického komornogrófstva bol Tisovec, Ponická Huta, Ľubietová, Jarabá a Moštenica. Z dúchačiek na drevouhoľné vysoké pece postupne prešli v Tisovci a Ponickéj Hute, v Ľubietovej dokonca prešli na vysokopecnú prevádzku už koncom 17. storočia, písomne doloženú minimálne od začiatku 18. storočia. Ide teda o prvú vysokopecnú prevádzku v celom Uhorsku. Do polovice 19. storočia zanikli huty v Jarabej a Moštenici a komora dala postaviť novú hutu v Polhore na polceste medzi Breznom a Tisovcom. Angličania v prvej polovici 18. storočia úspešne zvládajú pokrokovejšie tavenie železa v koksových vysokých peciach. Napriek tomu na Slovensku v rámci celej Rakúsko-Uhorskej monarchie až do konca 19. storočia prevládajú drevouhoľné vysoké pece. Hlavným dôvodom je dostatok lesov ako zdroj suroviny na výrobu dreveného uhlia a naopak nedostatok ložísk kvalitného kamenného uhlia vhodného na koksovanie v hutách. Toto pravidlo zmenila až huta v Tisovci ako posledná vysoká pec v činnosti z celého bývalého Hroneckého železiarskeho komplexu. Začiatkom storočia (r.1912) tu uviedli do prevádzky koksovú vysokú pec Lúrmanovej konštrukcie. Koks sa dovážal po železnici z Ostravy a z Podbrezovej, kde sa vyrábala v generátoroch zo Šalgotariánskeho a Handlovského kamenného uhlia. Od začiatku 19. storočia sú v hroneckej prevádzke vždy dvojčatá vysokých pecí s postupnou modernizáciou dúchadiel a ich pohonu od vodného kola cez parný pohon až po súčasnosť kde kuplovým taviacim peciam dodáva vzduch odstredivé dúchadlo s elektromotorom. Všetky vysoké pece začínali s koženými neskôr drevenými (truhlovými) dúchadlami s pohonom vodným kolesom. Výkon pecí postupne zvyšovali ich modernizáciou zväčšovaním ich objemu a preto aj objemu vháňaného vzduchu zväčšovaním dúchadiel a ich otáčok. O skriňových dúchadlách v Hronci a Polhore informujú technické správy. Či sa rovnakej modernizácie dočkali aj ostatné manufaktúry železiarskeho komplexu nevieme. Vieme o vlastnej výrobe a experimentoch na peci č. 2. v Hronci s kovovým trojvalcovým dúchadlom. Rovnakú prestavbu dokumentujú dochované dokumenty v Ľubietovej s dvojvalcovým dúchadlom a trojvalcovým dúchadlom v Tisovci všetky poháňané vodným kolesom. Miestne nekvalitné rudy si navyše vyžadovali praženie, čo výrobu žiadanej ocele predražovali. Napriek tomu ich tavenie prebiehalo pri vyšších teplotách a následnej spotrebe väčšieho množstva paliva. Prvé technické úpravy sa dotkli vysokej pece v Polhore a to prestavbou jej podstavy na širšiu so systémom protiľahlých výfucní a dvoch dvojíc drevených mechov. Dosiahli sa vynikajúce parametre a pec sa stala jednou z najvýkonnejších v celom Uhorsku. Svoj podiel na vysokej produktivite pece mala nepochybne aj kvalitná ruda dovážaná zo Sirku. Od roku 1806 takto prestavali obe nové hrončianske vysoké pece s dvomi protiľahlými výfucňami. O polstoročie neskôr je takto prestavaná aj vysoká pec

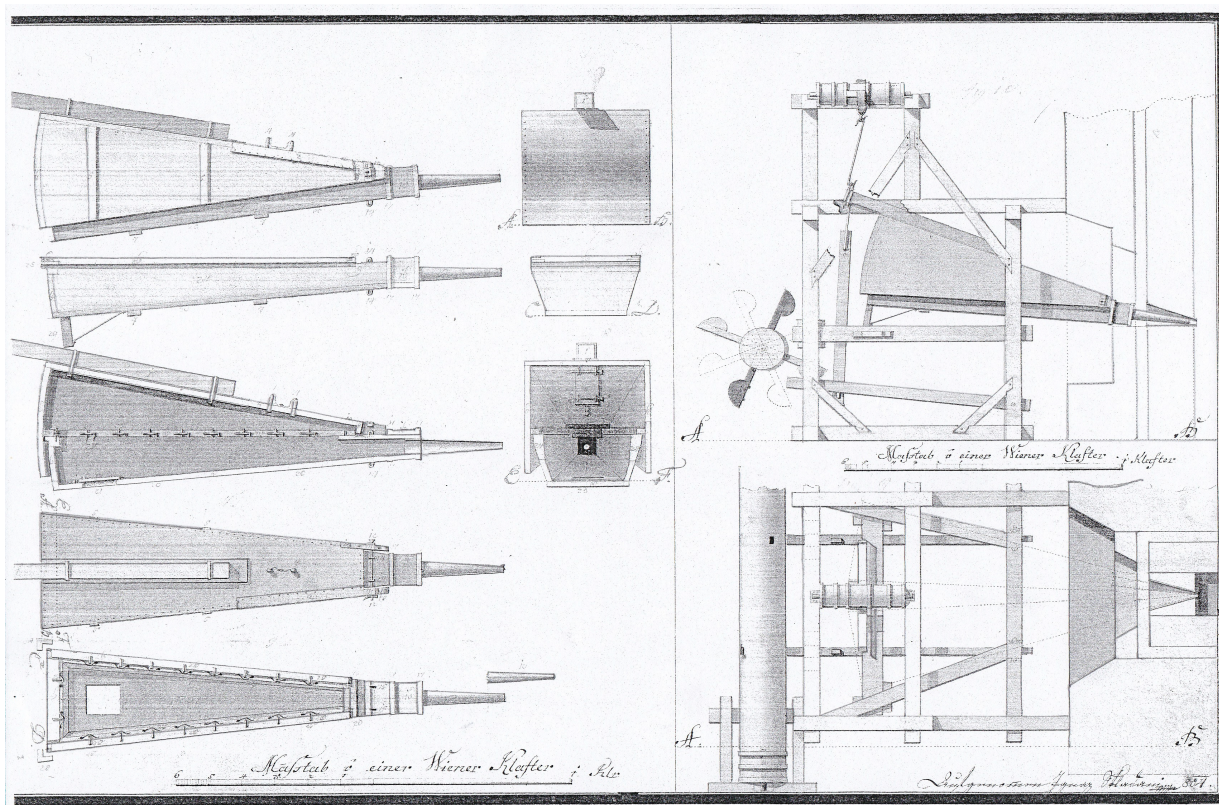


v Tisovci aj v Ľubietovej. V roku 1809 montujú pre hrončiansku vysokú pec č. 1 nové skriňové dúchadlo s výkonom 18,6 m<sup>3</sup>/ min. V roku 1826 dostáva pec č. 2 ešte výkonnejšie liatinové piestové dúchadlo s výkonom 47,5 m<sup>3</sup>/min. Spotreba paliva na jeden viedenský cent vyrobeného surového železa stúpla z 33 kubických stôp na 34 pri výrobe z 1,3 t za 24 hodín na 1,5 t surového železa. Významné úspory paliva prináša zavedenie ohriateho vetra. Pokusy s ohrevom vetra (len 9 rokov po patentovaní) priniesli modernizáciu hroneckej pece č. 1., kde bol inštalovaný calderský typ liatinového ohrievača vetra vykurovaného odpadovým kychtovým plynom na teplotu 210 °C. Došlo k úspore uhlia o 28% a produktivita pece vzrástla o 30 % a výnos železa z rudy vzrástol o 0,84%. Po úspešných skúškach v roku 1837 takto prestavali pec č. 1. a v roku 1840 aj pec č.2. Zariadenie zostrojil hlavný kontrolór v Hronci J. Bachmann podľa plánu Jána Müllera zo Stratenskej hute. V Tisovci je trubkový ohrievač vetra už súčasťou novej pilierovej pece na jeho kichte postavenej v rokoch 1853 – 1855. Pilierová pec s trojčítým dúchadlom poháňaným vodným kolesom s výkonom 20 HP (koňská sila). Nové pece škótskeho typu od roku 1863 v Hronci majú tiež trubkový ohrievač vetra z vlastných liatinových rúr s pohonom dúchadiel parnými strojmi. Nová pec škótskeho typu v Tisovci už má ohrievače Whittwell a parné dúchadlo Loid. Ohrievač vetra získava aj vysoká pec v Ľubietovej spolu s valcovým dúchadlom staršej konštrukcie. Napokon v roku 1920 získava nová koksová pec Lúrmanovej konštrukcie tri Cauperove keramické ohrievače a neskôr ešte jeden. Tie slúžia až do zrušenia huty v roku 1965.

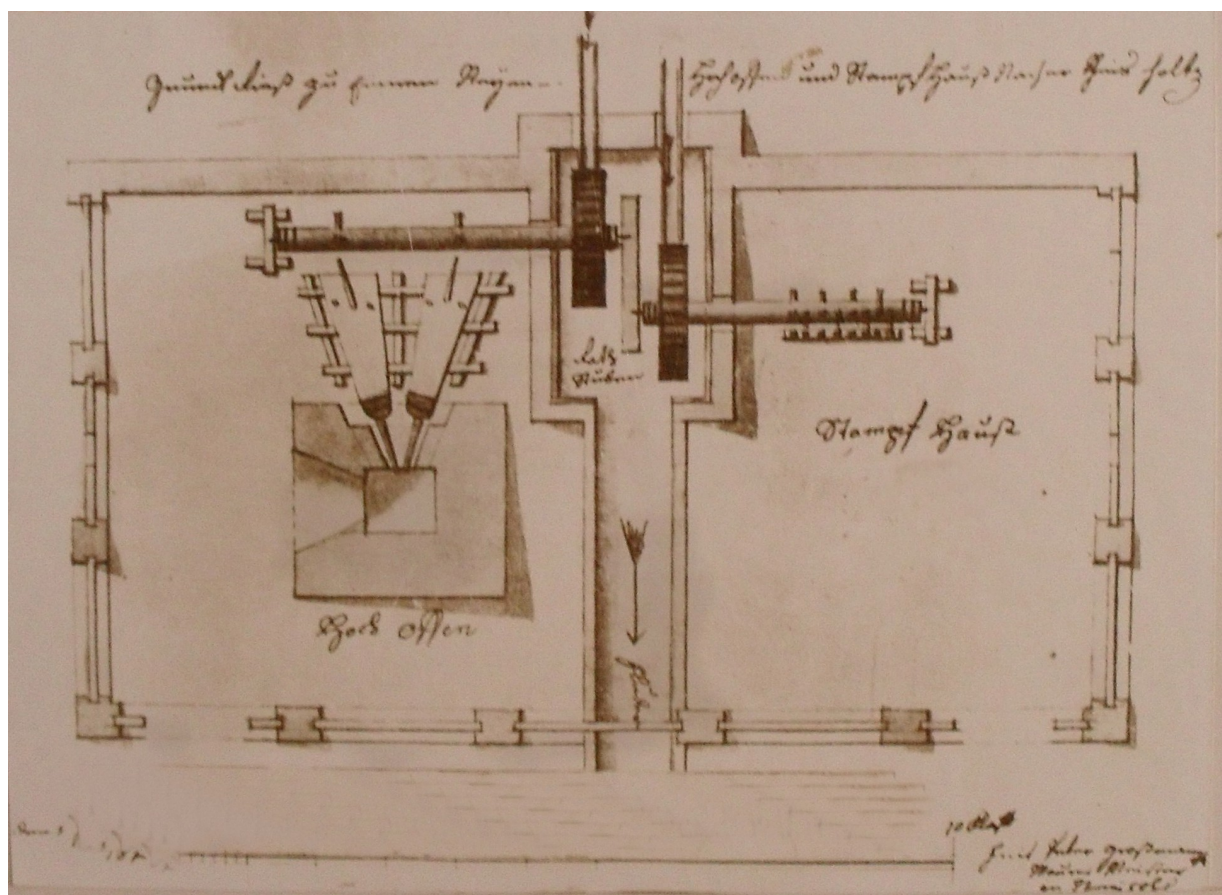


*Drevená konštrukcia korčiekového vodného kolesa aj s vodným žľabom pre vodný mlyn.*



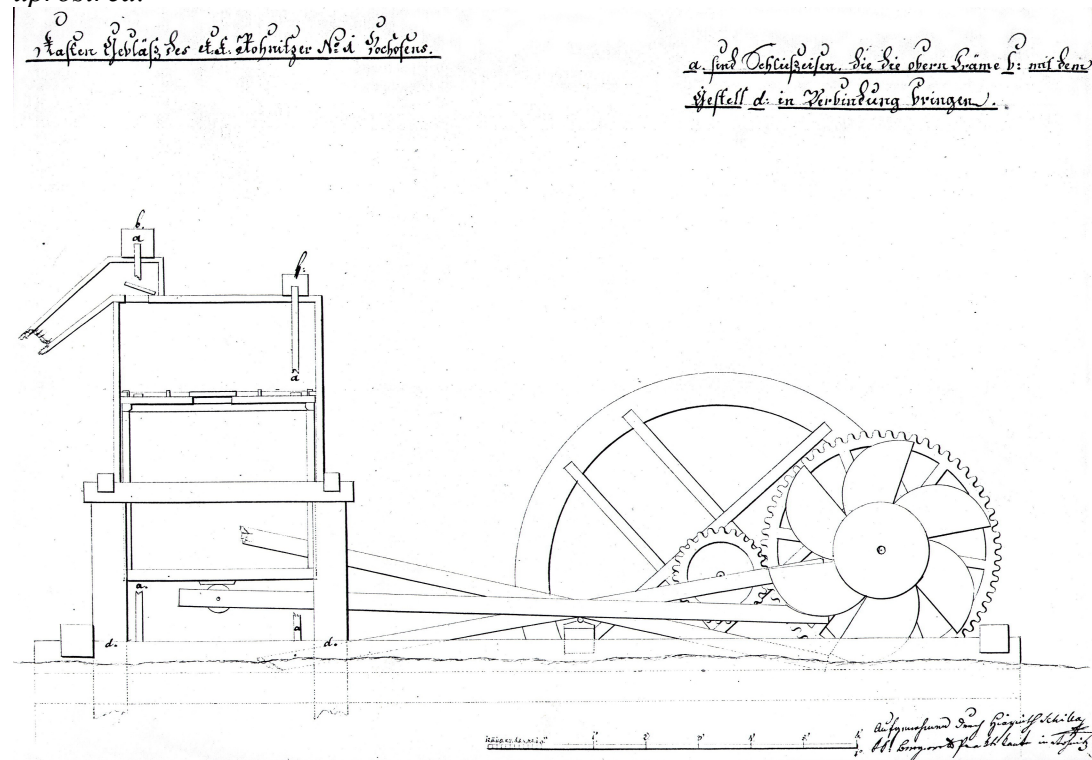


*Drevené truhlové dýchadlá zložené spravidla vo dvojici alebo štvorici vedľa seba do batérie na spoločnej hriadeli vodného kola aby zabezpečovali plynulejší vietor pre taviace pece.*

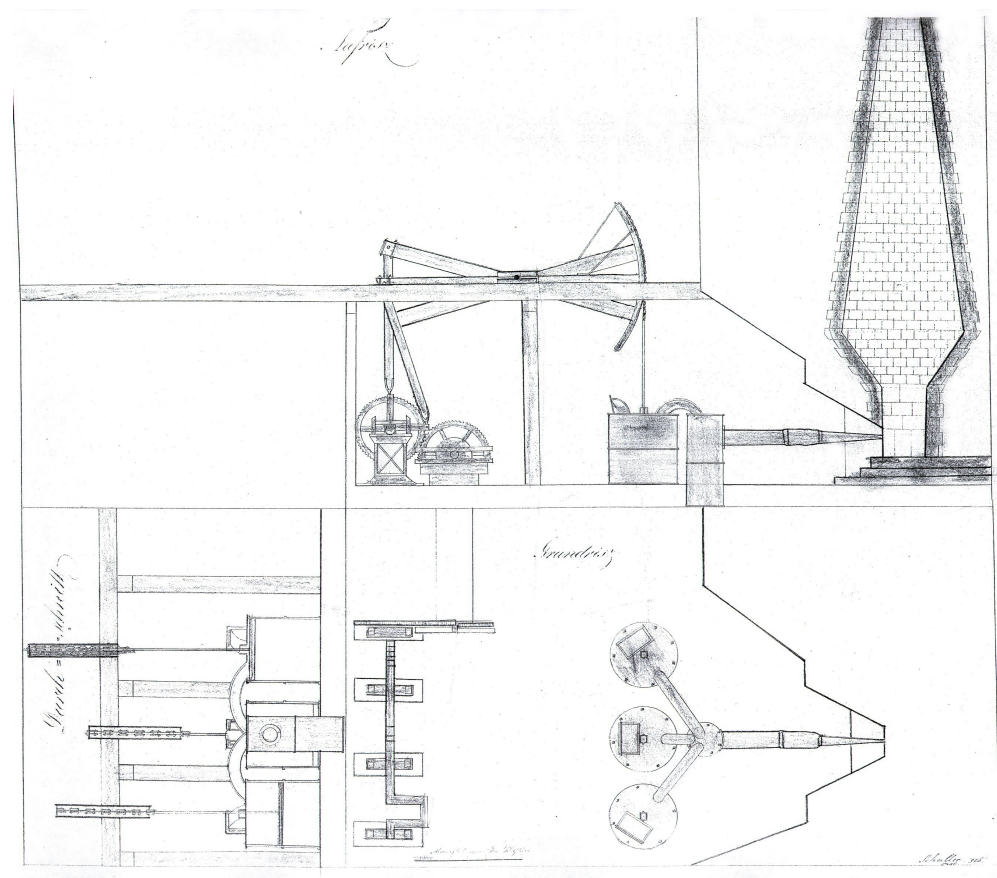




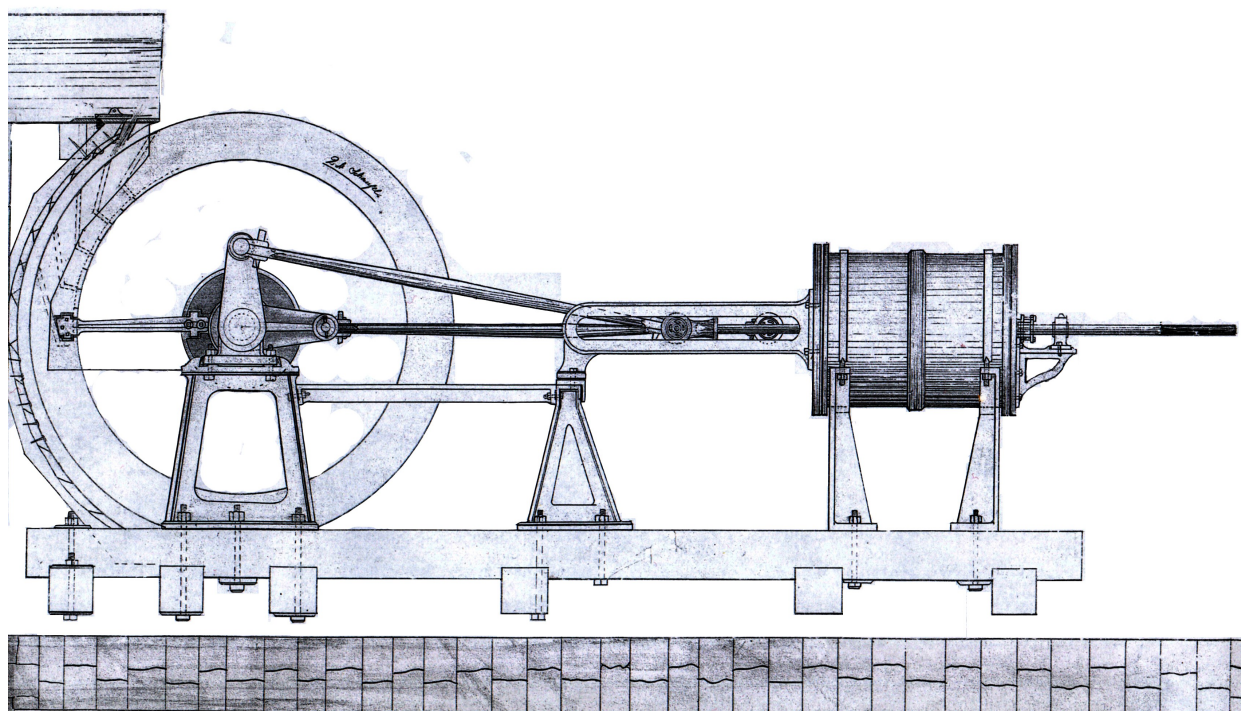
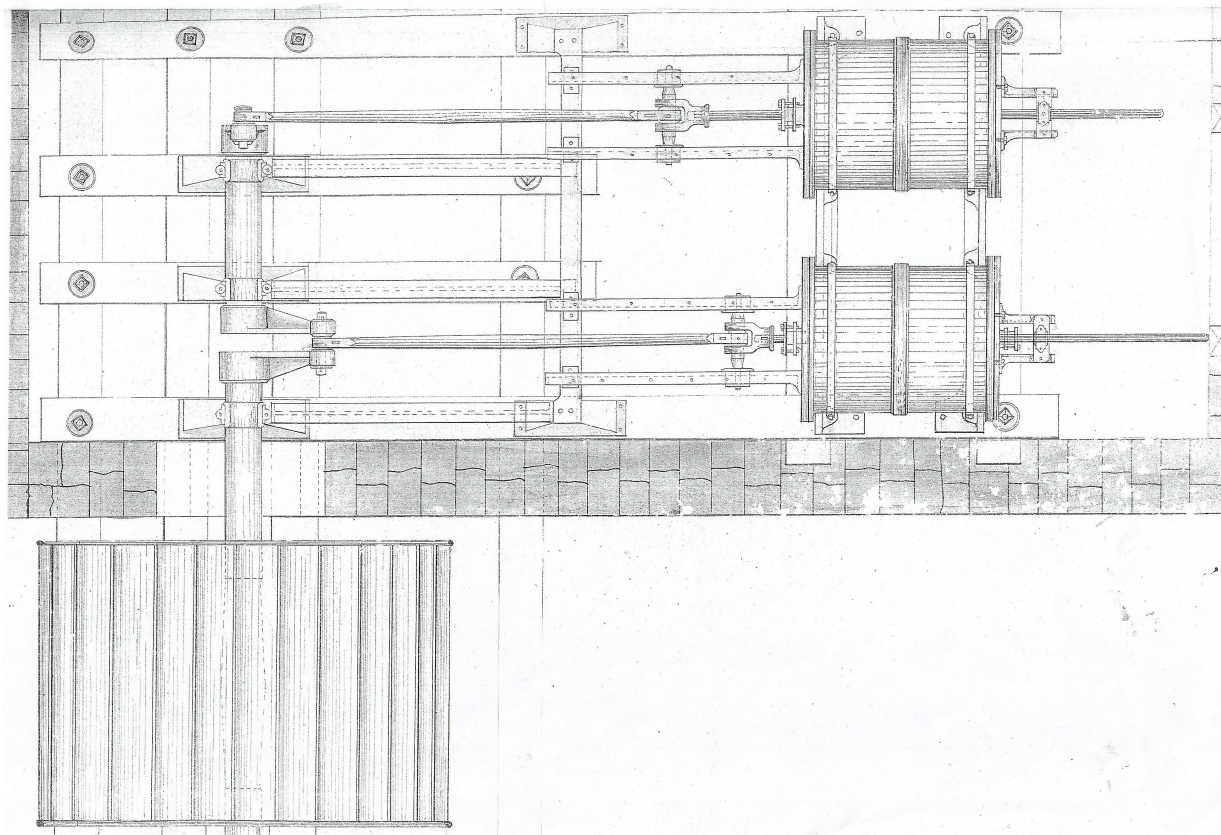
Plán vysokej pece v Tisovci z r.1783 aj so stupovňou s pohonom vodnými kolesami uprostred.



Drevené skriňové dúchadlo zostavené z troch kusov vedľa seba s pohonom vodným kolesom montujú v Hronci v roku 1809 pre hrončiansku vysokú pec č. 1.

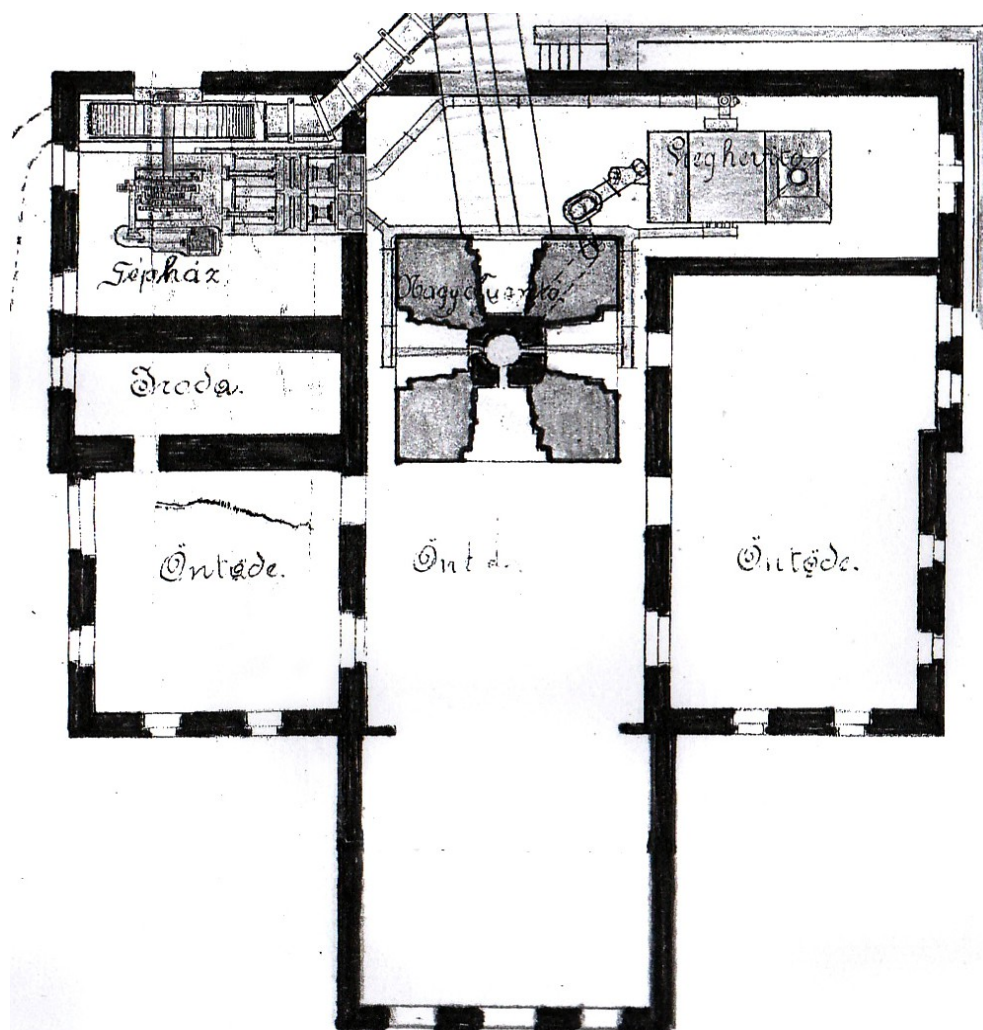


*Trojvalcové valcové, jednočinné, celokovové dúchadlo s pohonom ešte dreveným vodným kolesom cez prevod na kľukovú hriadeľ vyrobené v hroneckej mechanickej dielni v roku 1826.*





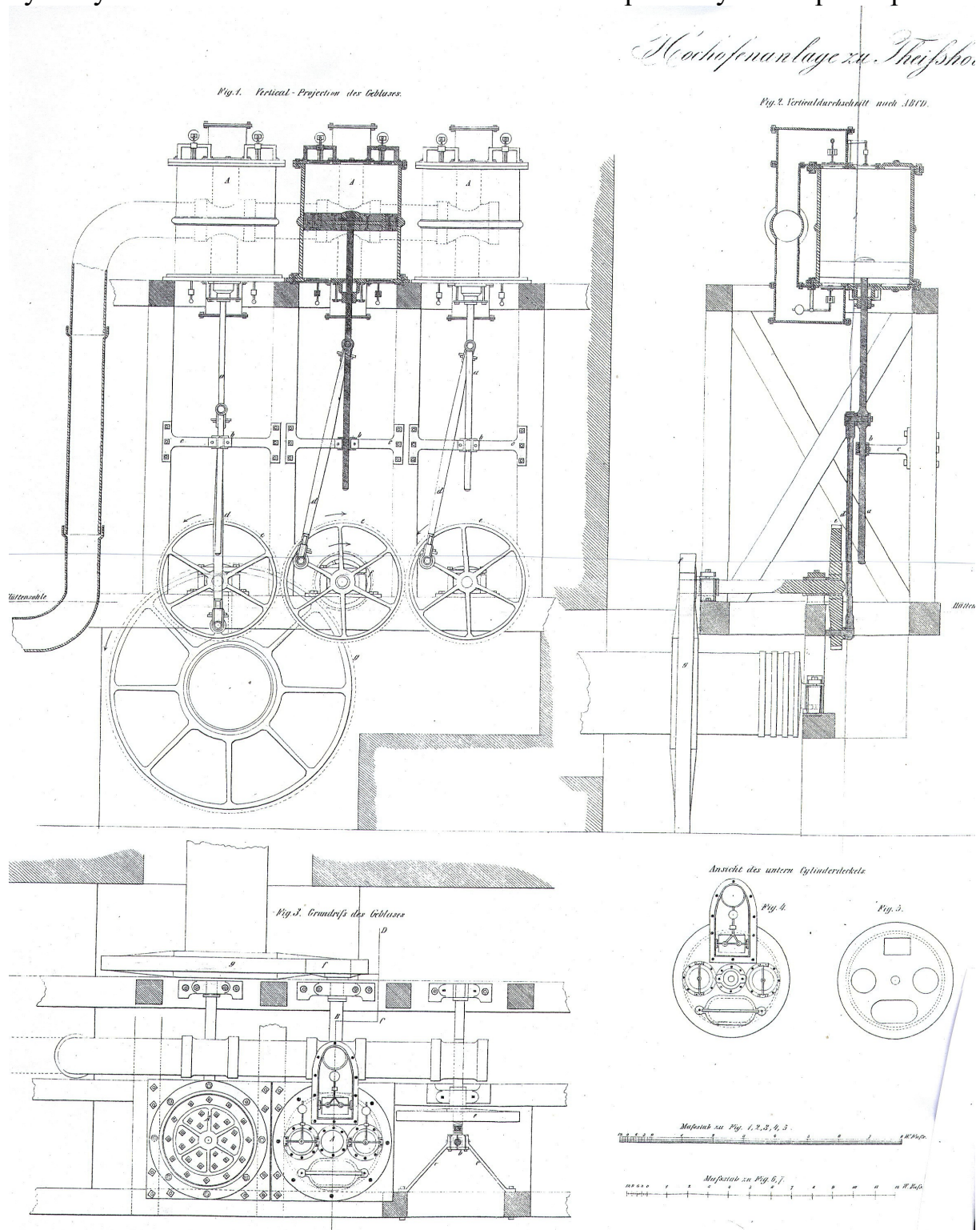
*Oceľové Dvojvalcové dúchadlo poháňané celokovovým vodným kolesom v Ľubietovskej hute.*



*Ľubietovská huta s parným dúchadlom (vľavo hore) a ohrievačom vetra (vpravo hore). Parný stroj je dodatočne inštalovaný k pôvodnému pohonu vodným kolesom, ktorý naďalej fungoval ako záskok. Pilierová vysoká pec (uprostred) má už dve protiahlé výfúče.*

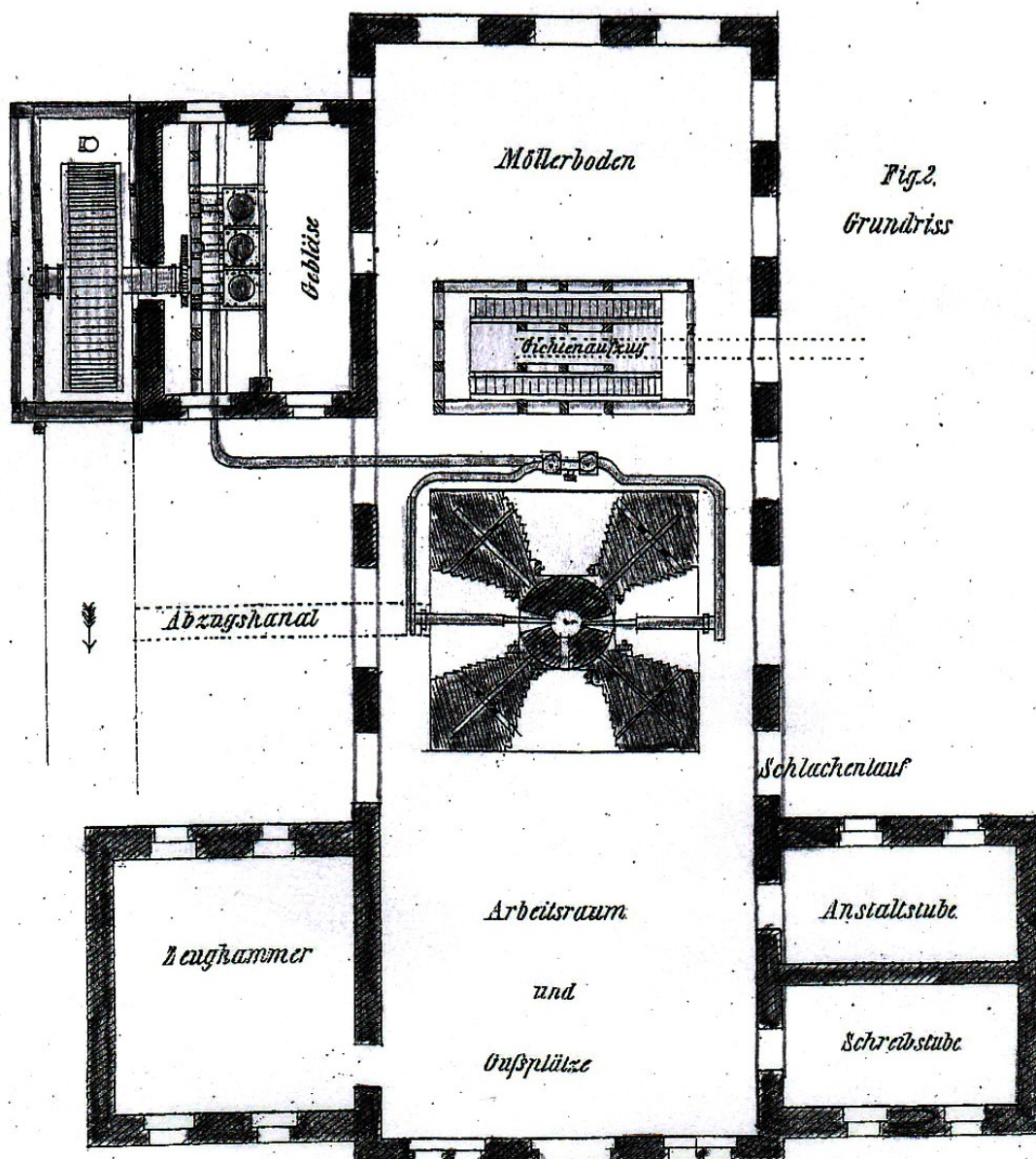
Vývoj jednočinných valcových dúchadiel sa ustálil pri usporiadaní troch kusov v rade kde kľuková hriadeľ odstupňovala polohu jednotlivých piestov tak, aby sa docielil plynulý prísun vetra pre taviace pece. Nástup dvojčinných rýchlobežných dúchadiel poháňaných parným strojom zdokonalil systém až do vynálezu turbokompresorov. Na fotografii z Tisovskej huty je zachytené dvojvalcové dvojčinné tandemové dúchadlo Compaud Lentz s výkonom 200 m<sup>3</sup> za minútu. Parný stroj s výkonom 1500 HP pracoval pri 30 – 90 ot. /min. a tlaku 12 atmosfér. V súčasných turbodúchadlách už klasické piestové dúchadlá nahradil lopatkový rotor podobný parnej turbíne. Železiarne Podbrezová ako jediná preživšia prevádzka bývalého Hroneckého železiarskeho komplexu má tento systém výroby stlačeného vzduchu turbokompresorom poháňaný elektromotorom s príkonom až dva megawatty pre chod výrobných prevádzok a

elektrických oblúkových taviacich pecí. Stlačený vzduch sa využíva pri výrobných linkách rúrovne a ťahární rúr. V Hronci potrebný vietor pre kuplovú



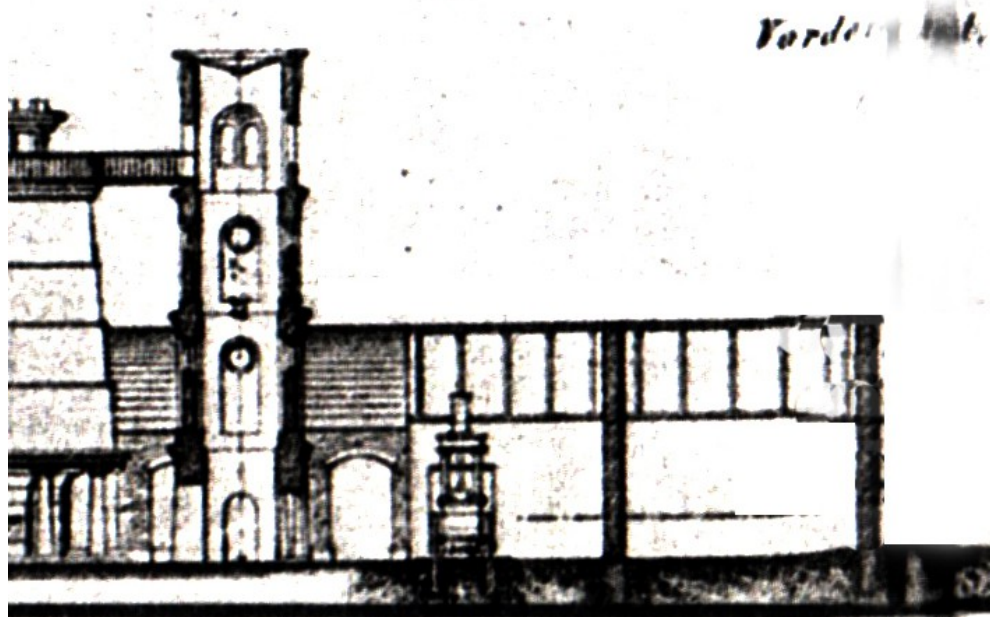
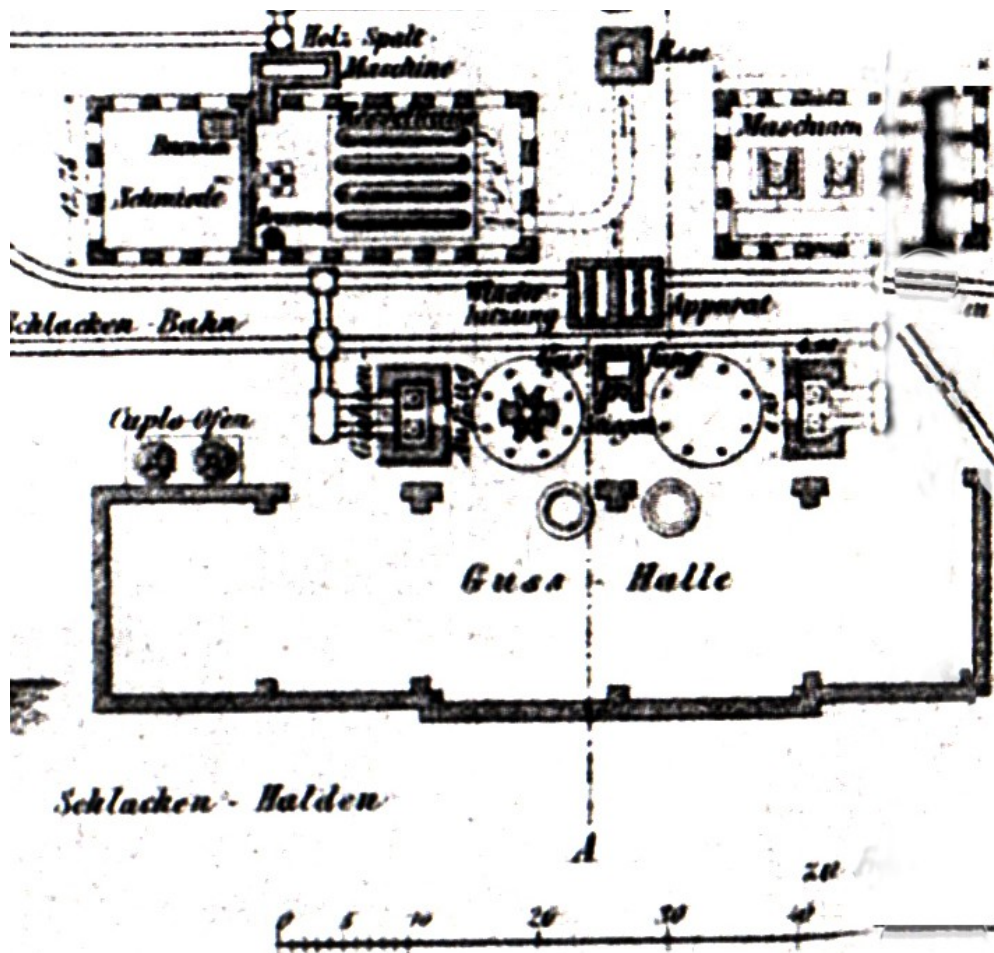
Trojvalcové, celokovové, valcové dýchadlo poháňané dreveným, vodným kolesom v Tisovskej hute z r. 1760. Prenos otáčok s hriadele vodného kola je ozubeným kolesom s prevodom do rýchla a vzájomne spojenými tromi ozubenými kolesami s kľukami sa získal priamočiari pohyb jednotlivých piestov už dvojčinných valcových dýchadiel.





*Tisovská huta v r. 1780 vľavo hore s trojvalcovým dúchadlom poháňaným vodným kolesom. Pilierová vysoká pec s dvomi protiahlými výfuchami bola neskôr prestavaná na tri výfuchne.*

taviacu pec zabezpečuje ventilátor a stlačený vzduch pre obsluhu strojov piestový kompresor. Valcové dúchadlá s piestom boli ich predchodcami v primitívnom vyhotovení z plechu a koženým tesnením piesta mazaným zvieracím lojom. Objavuje sa tu aj zalomená kľuková hriadeľ ktorá sa stane o sto rokov neskôr spolu s piestom a valcom základným prvkom prvých spaľovacích motorov.

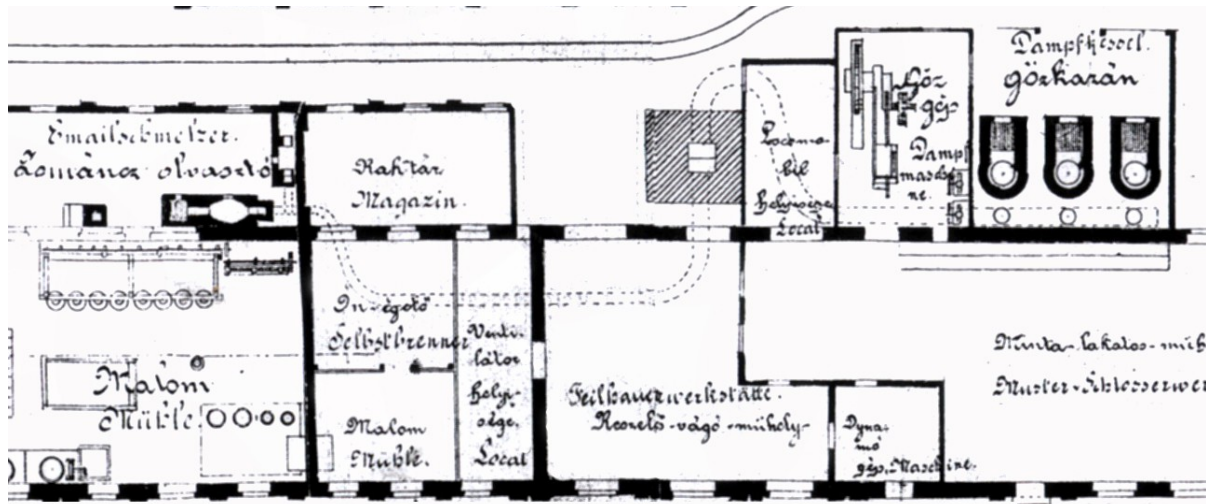


Valcove dýchadlo spojené netradične zvisle s parným piestom ako tandem (hore parný valec dole objemnejší valec dýchadla). V hroneckej hute boli tri takéto samostatné dýchadlá.





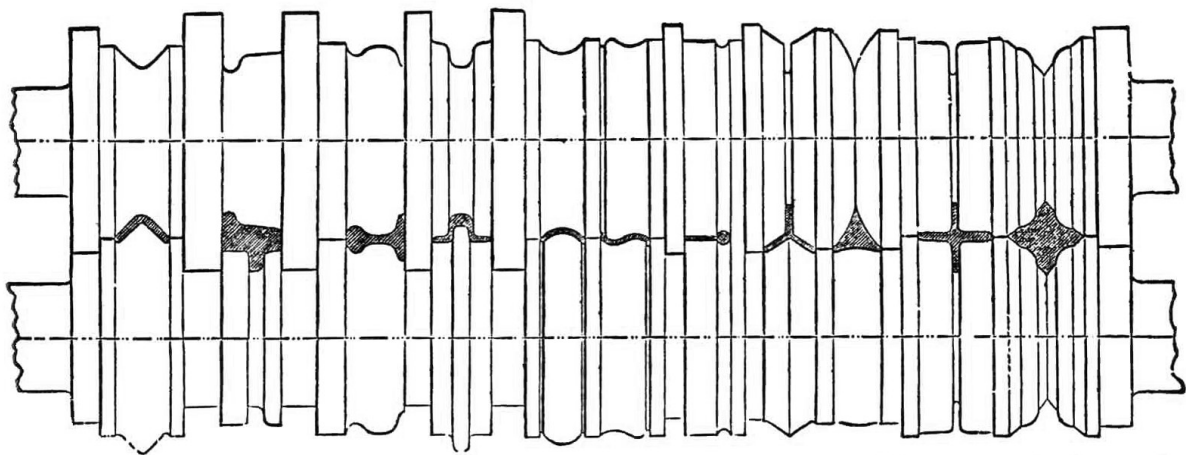




*Hronecká huta po prestavbe na zlieváreň šedej liatiny. Do pôvodnej budovy strojovne dýchadiel osadili trojicu kotlov (celkom vpravo hore) a ležatý parný stroj poháňajúci dýchadlo. Uprostred pôvodný štvorboký komín a v pôvodnej kotolni postavili pudlovaciu pec (vľavo).*

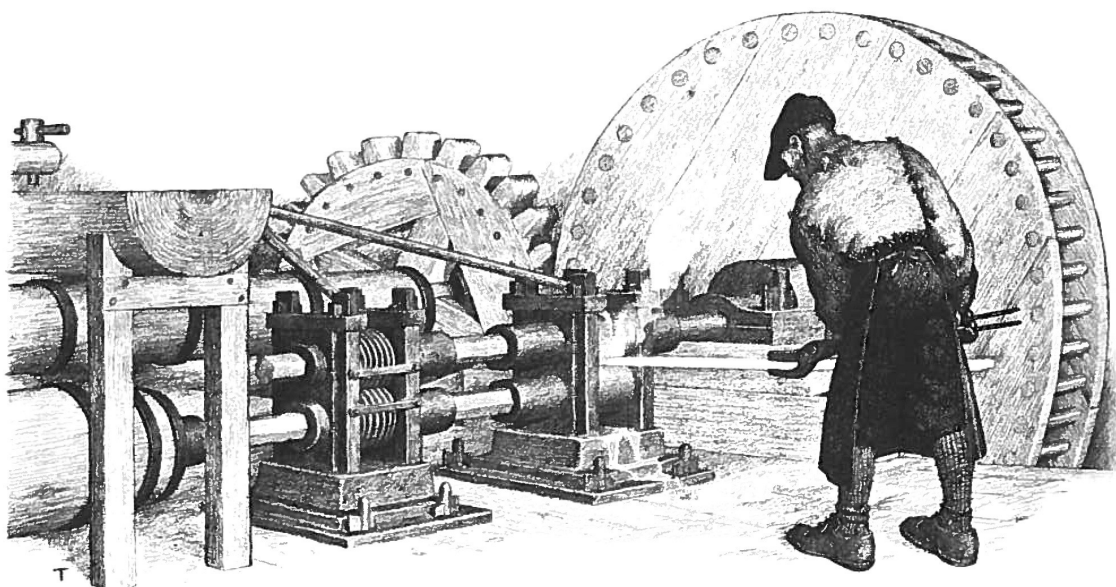
## Valcovanie železa

Klasickú výrobu polotovarov z kujného železa kovaním začína nahrádzať objav 18. storočia, valcovacia stolica. Ide o dvojicu ťažkých ocelových hladkých alebo drážkovaných valcov zhutňujúcich žeravé kujné železo postupným stenčovaním (ako valkanie cesta) a pritom jeho tvarovaním do požadovaného produktu ako bol plechový plát alebo tyčové železo. Pri tomto procese sa krehká štruktúra ocele skujňovala vytláčaním trosky a zhusťovaním molekúl železa k sebe, aby sa dosiahla väčšia ohybnosť a pevnosť, no predovšetkým sa zrýchlil pomalý výrobný proces vykúvaním. Aj keď sa kovanie aj naďalej uplatňovalo v priemyselnej výrobe, valcovanie prebralo kompletnú výrobu ocelových polotovarov ako bolo tyčové a profilové železo, plechy, koľajnice a neskôr ocelové rúry.



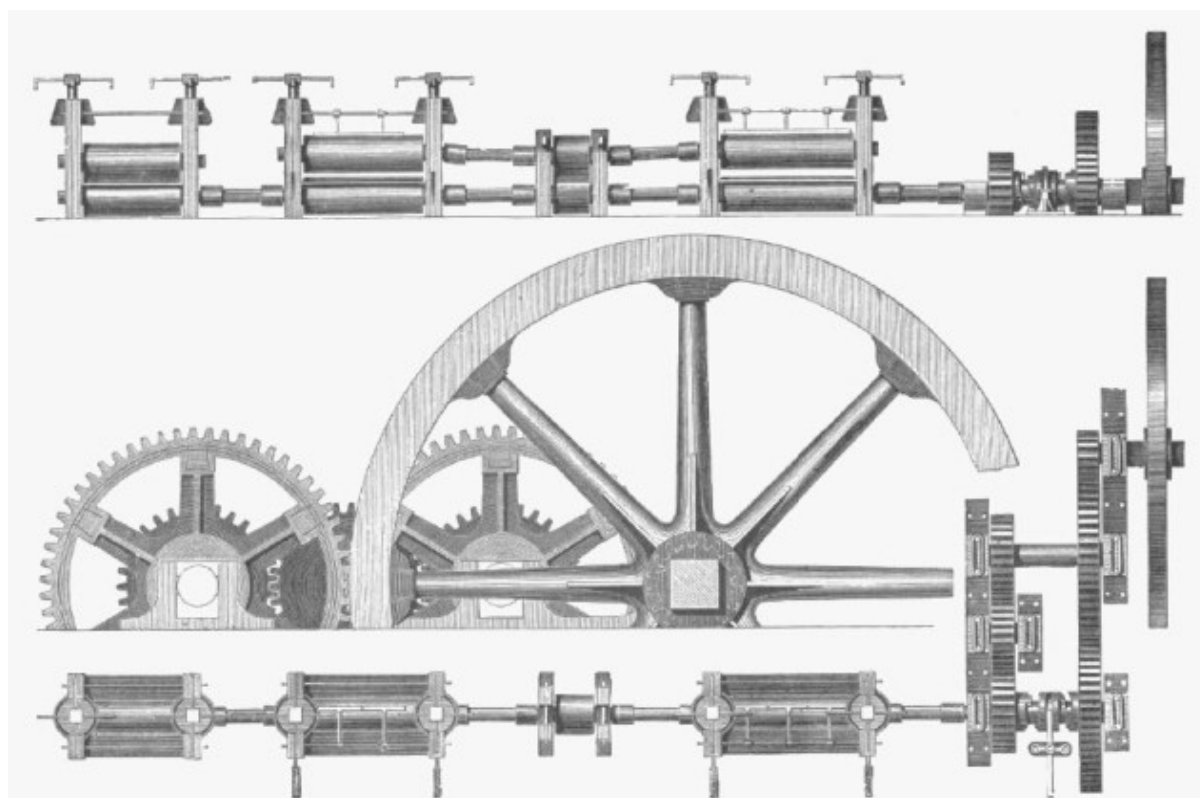
*Ukážka páru valcov univerzálnej stolice pre valcovanie profilov vyznačených čierne.*



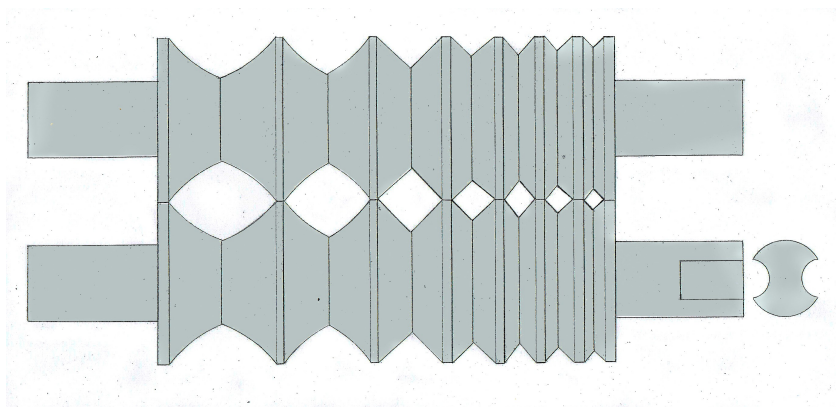


*The rolling-and-slitting mill. The man is drawing a bar in the rollers.*

*Pohľad najstaršej valcovacej sústavy s ešte drevenými (palečnými) prevodovými kolesami.*



*Systém pohonu poradia valcovacích stolíc cez prevody a zotrvačník.*

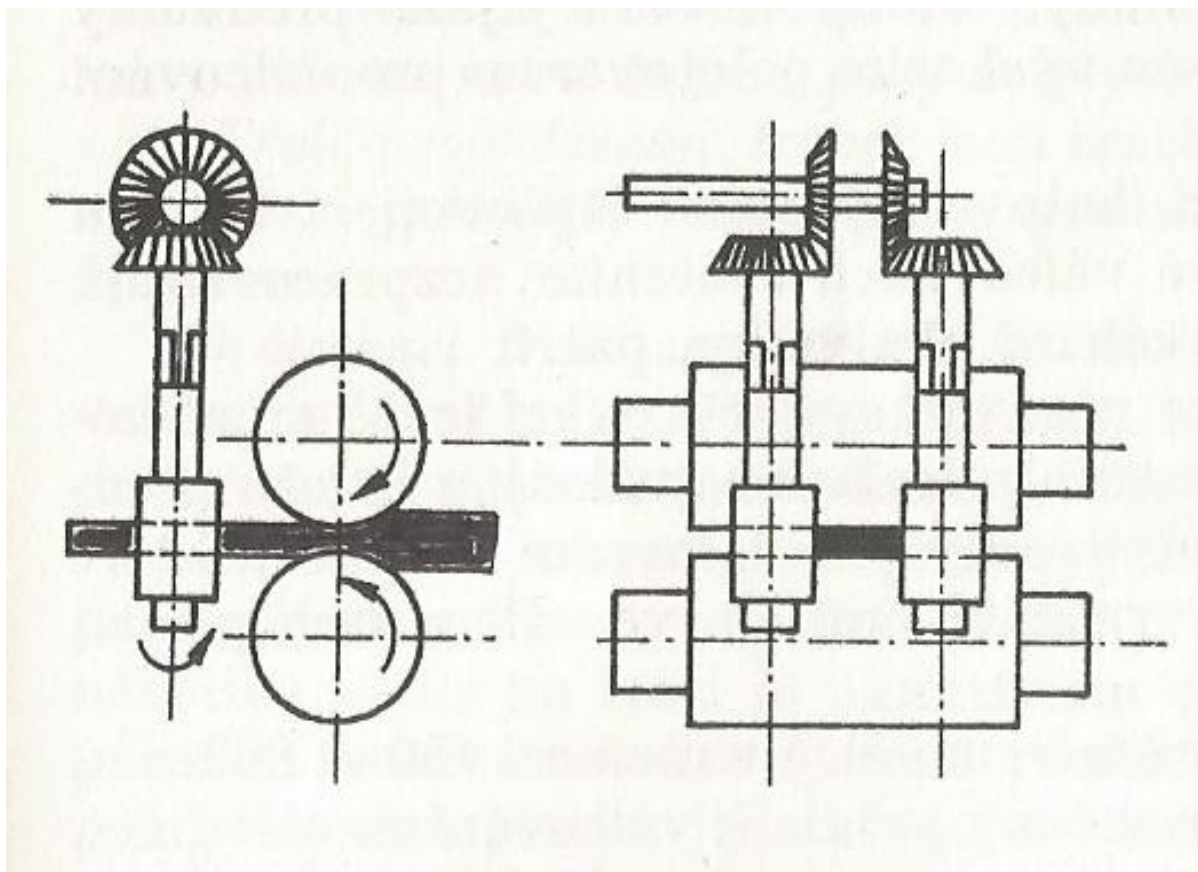


*Typy valcov na valcovanie tyčovej ocele.*

### **Valcovne štátnych železiarní**

V roku 1814 postavili v Hronci prvú valcovňu plechov v Uhorsku. Valcovňa vyrábala nedostatkové tenké plechy počas Napoleonskej vojny pre armádu ako boli poľné kuchyne. Táto pre časté odstávky po ukončení vojny nemala dlhé trvanie, no úspešnejšie boli jej nasledovateľky, valcovne tyčového železa v Hronci – Hruškove, Piesku a Hronci – Chvatimechu. Všetky poslúžili pre zácvik robotníkov na osvojenie valcovania pre novú pudlovňu a valcovňu pod Brezovou Horou. Od roku 1855 je táto najmodernejšia prevádzka Hroneckého železiarskeho komplexu spustená len čiastočne do prevádzky s valcovacími stolicami poháňanými vodnými kolesami. Tie ďalšie prevádzky už poháňali dva ležaté parné stroje. V roku 1887 vodné kolesá nahradili Girardotovými turbínami. Rovnakou modernizáciou prešli aj staršie valcovne v Piesku a prestavaný hámor vo Chvatimechu. Obe valcovne začiatkom 20. storočia modernizovali a vodné kolesá nahradili vodnými turbínami. Valcovacie stolice určené pre valcovanie jemných plechov sú poháňané dvomi dvojčítymi Francisciho turbínami s horizontálnymi hriadeľmi. Nízky spád umožňoval maximálny výkon len 270 HP. Pri nízkom stave vody stolicu poháňal elektromotor s výkonom 240 HP. Prvú v Uhorsku spustili do prevádzky novú valcovňu bezšvíkových rúr Manessmann v roku 1908. Ide o technicky náročný spôsob valcovania patentovaného v roku 1876. V roku 1907 premiestnili univerzálnu valcovaciu trať z Podbrezovej do Piesockej valcovne. Pri prestavbe valcovňu zmodernizovali o vodnú turbínu s výkonom 90 HP a elektromotorom o rovnakej sile. Od roku 1854 pokračuje valcovanie železa nepretržite až do súčasnosti, pričom sa menil výrobný sortiment a výrobe sa prestavovali aj prevádzky valcovní. V podbrezovej sa začalo s valcovaním železničných koľajníc od roku 1855. O niekoľko rokov pribudla valcovňa plechov, profilov, starú rúrovňu nahradila valcovňa bezšvíkových rúr Manessmann, ďalej to bola valcovňa betonárskej ocele (roxor) takzv. „Nová jemná,, a nová valcovňa rúr s pretlačovacou stolicou (1979) postavenej mimo starú fabriku ako samostatný Nový závod nad údolím Hrona a potoka Štiavnica, v činnosti po súčasnosť.



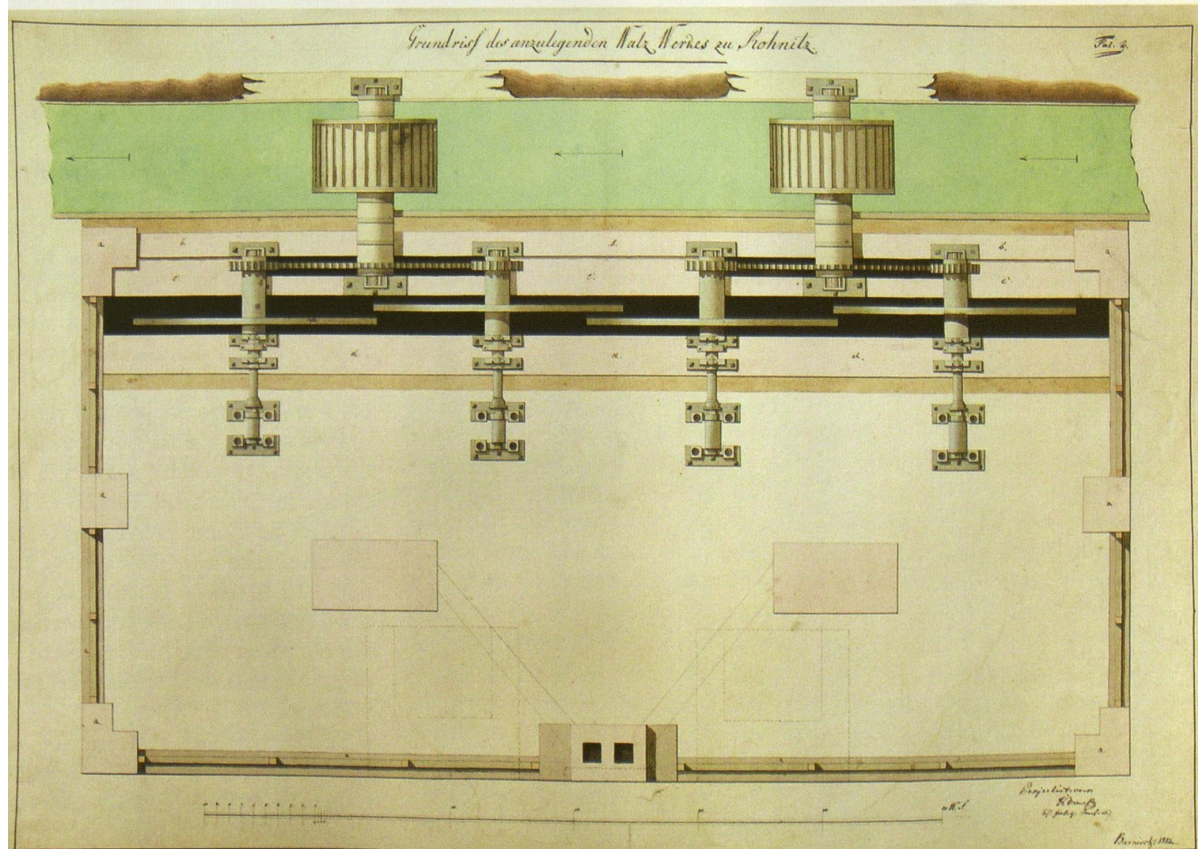
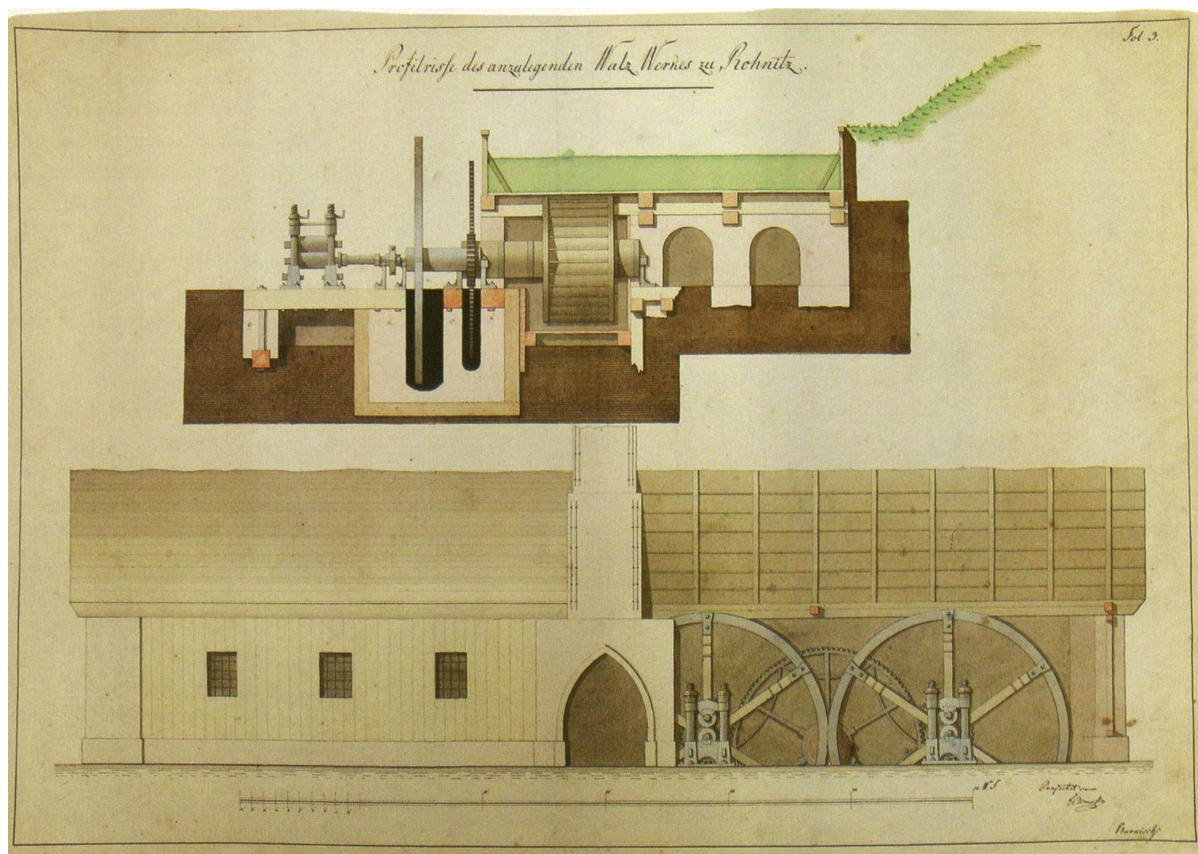


*Princíp valcovania vo valcovacej stolici.*



*Pohľad na starú valcovňu s prevodom ozubeným súkolím so zotrvačníkom a v pozadí s vodným kolesom. Podobné inštalovali v Hroneckej valcovni (prvej v Uhorsku r.1814), v Piesku r. 1851, v Podbrezovskej pudlovni a valcovni v r. 1855 a vo Chvatimechu r. 1870.*



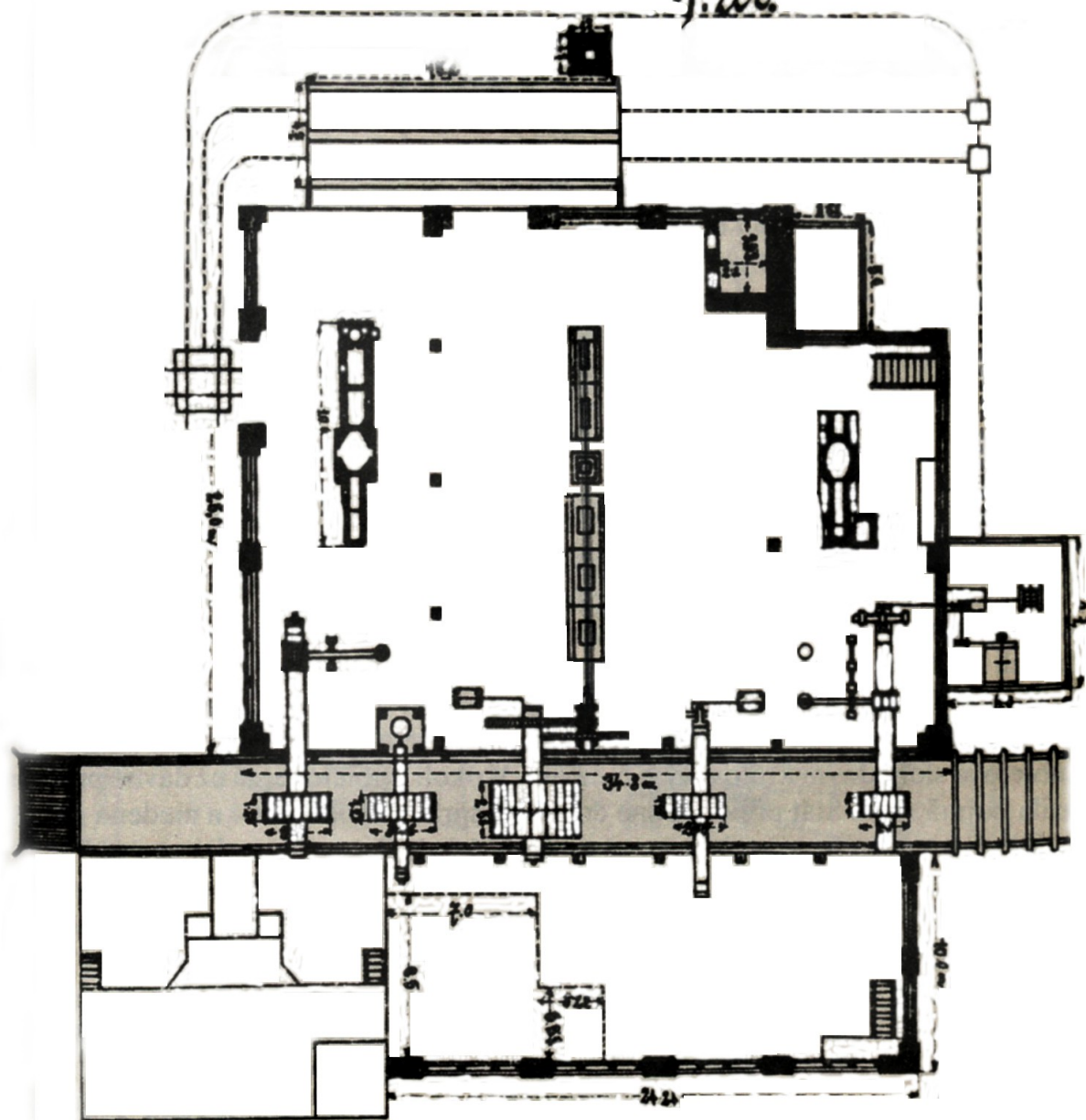


Plán najstaršej valcovne plecu v Uhorsku postavenej na Valaštianskych pozemkoch poniže Hronca v roku 1814. Dnes firma Technos a. s.





Dispositionplan des Tjeszoker Walzwerkes.  
Tjeszoki kengerműtervrajza.  
1:200

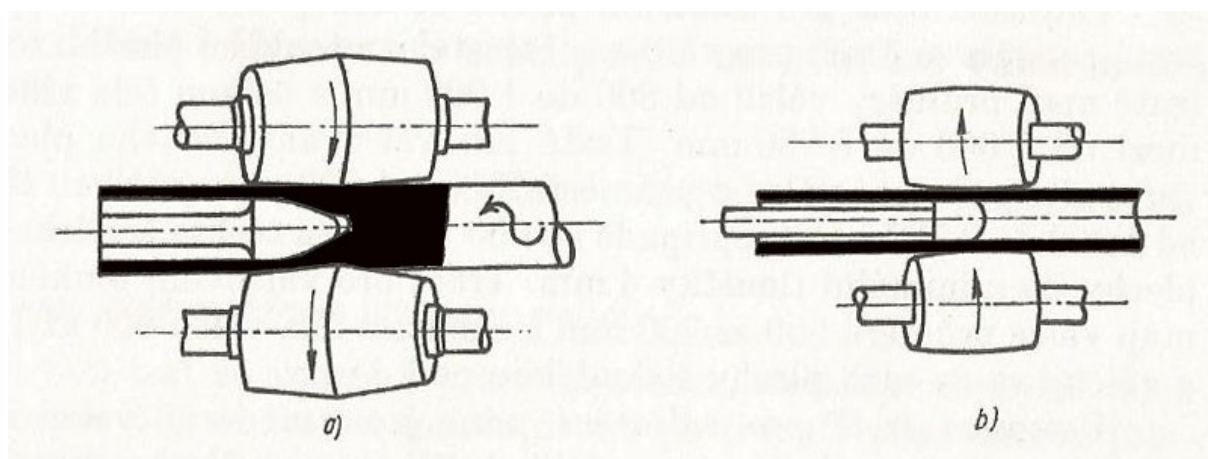


*Piesocká valcovňa postavená v roku 1848 pri starom hámre z roku 1789 - 1790.*

V roku 1875 je oficiálne dokončená výstavba Podbrezovej no v roku 1872 sú pudlovacie pece prestavané na drevoplyn. V rámci prestavby hlavného závodu v Brezovej je uvedená do prevádzky prvá valcovňa a ťaháreň oceľových rúr v celom Rakúsko-Uhorsku. Pudlovňa a valcovne pod Brezovou Horou prechádzajú už počas veľkej prestavby v roku 1885 na parný pohon s výkonom 2 323 HP. Ten nahradil pôvodný pohon vodným kolesom o sile 240 HP.

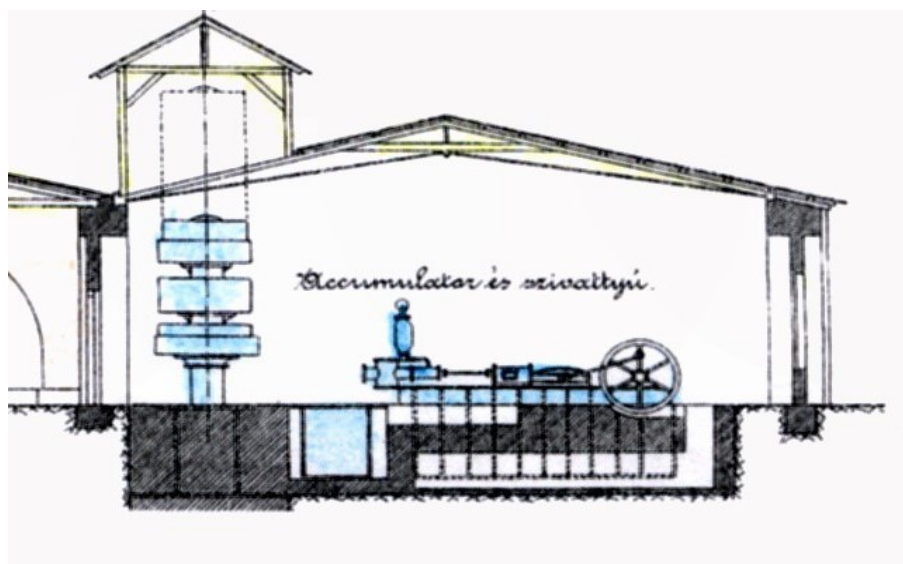


V roku 1905 na počesť riaditeľa Allendera bol nový piesocký závod pomenovaný po ňom ako Henrik telep. V roku 1905 zmodernizovali aj podbrezovskú rúrovňu doplnenej stolicami Briede. Tú už poháňal elektromotor o výkone 1000 HP a dva motory o výkone 360 HP. V roku 1909 v podbrezovskej rúrovni uviedli do prevádzky aj tretiu stolicu typu Briede a vo valcovni plechov postavili parné turbodynamo s výkonom 830 kW s kotolňou o troch kotloch na kamenné uhlie. Tá mala pracovať ako záskok pri nízkom stave Hrona. V roku 1925 je zrušená stará rúrovňa a na jej mieste začína výstavba novej profilovej valcovne. V roku 1927 je zavedená výroba hrubostenných rúr pre Anglicko.



*Princíp dierovacej stolice a) hladiacej stolice b) pri valcovaní rúr.*

Vo výrobnom programe Podbrezovej zostáva na Piesku aj pôvodná výroba vodovodných rúr veľkých priemerov tzv. tupozvarovňa. V Podbrezovej sa v roku 1932 stavia nová jemná valcovacia trať a malá Manesmanova valcovňa rúr namiesto zrušenej veľkej a strednej valcovne rúr Briede zrušenej v roku 1930. Zrušená je aj kuplova pec a zlievareň umiestnená v rúrovni. Svoj parný stroj mala aj prvá SM oceliareň z roku 17879 na pohon hydraulického piestového čerpadla spojeného s parným strojom v tandeme.

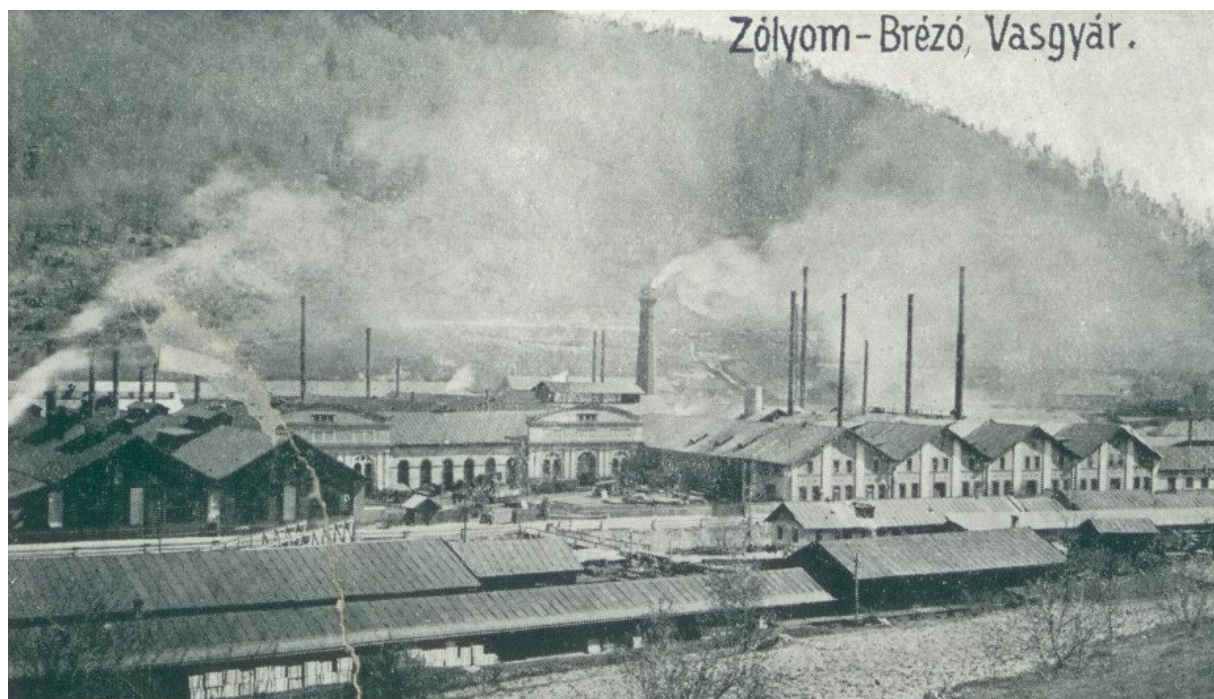


*Detail plánu SM oceliarne s parným strojom v tandeme s čerpadlom.*

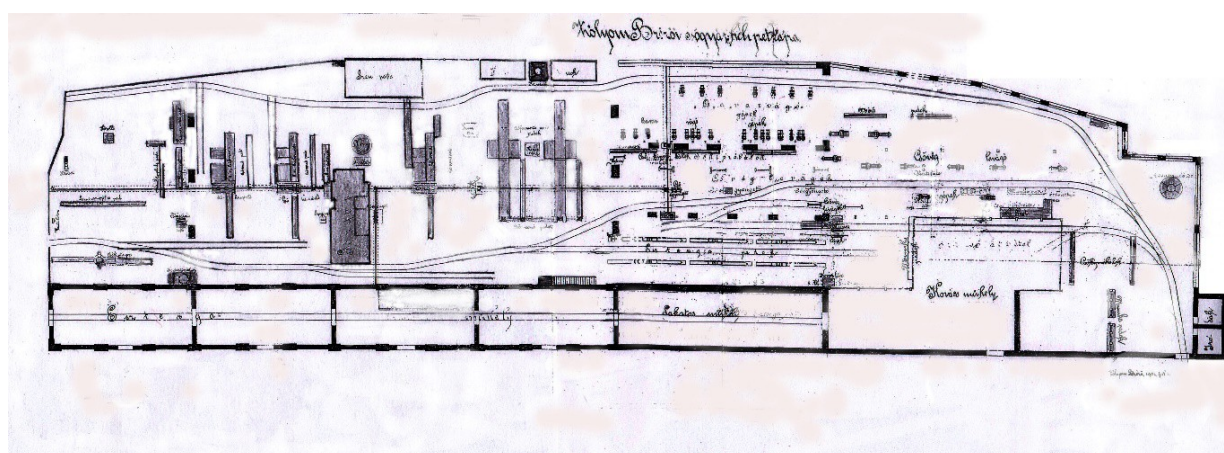




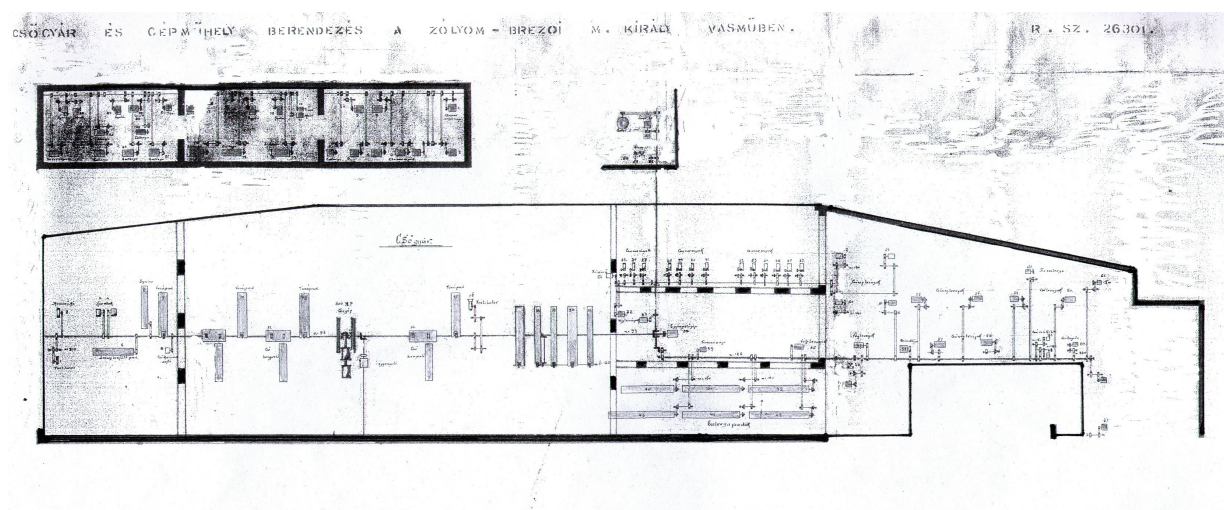




*Vpravo stará rúrovňa s parným pohonom transmisie v podbrezovskej pudlovni.*

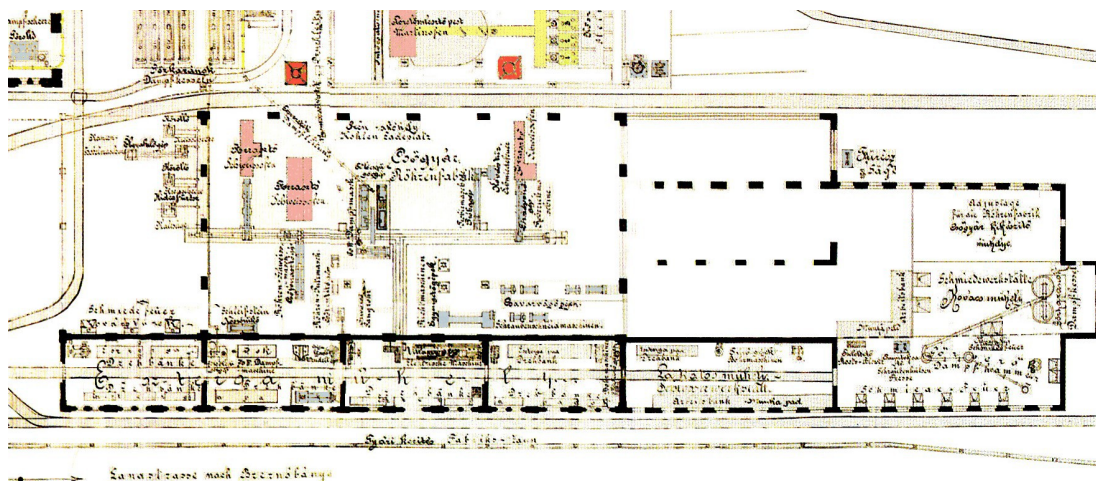


*Plán starej rúrovne s parným strojom uprostred štvorice výrobných hál s transmisiou.*

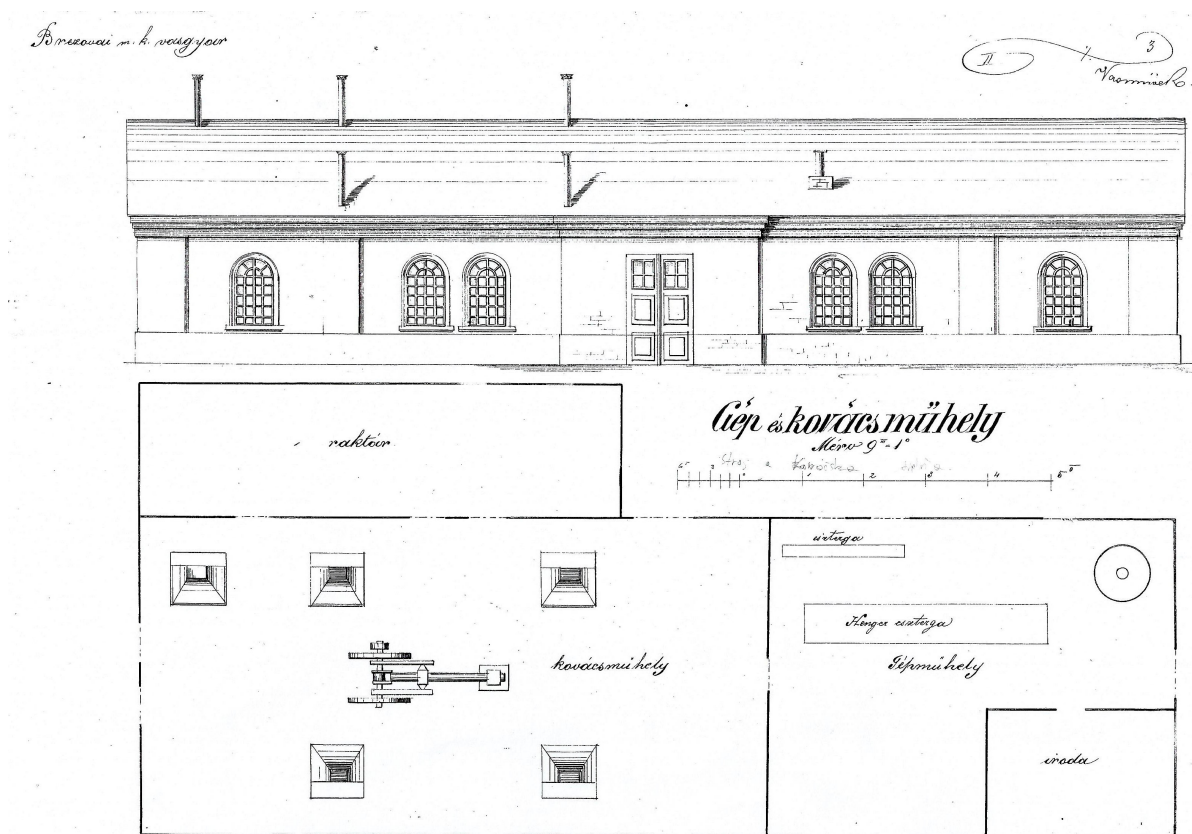


*Schématický plán starej rúrovne s vyznačeným tandemovým parným strojom (vľavo).*





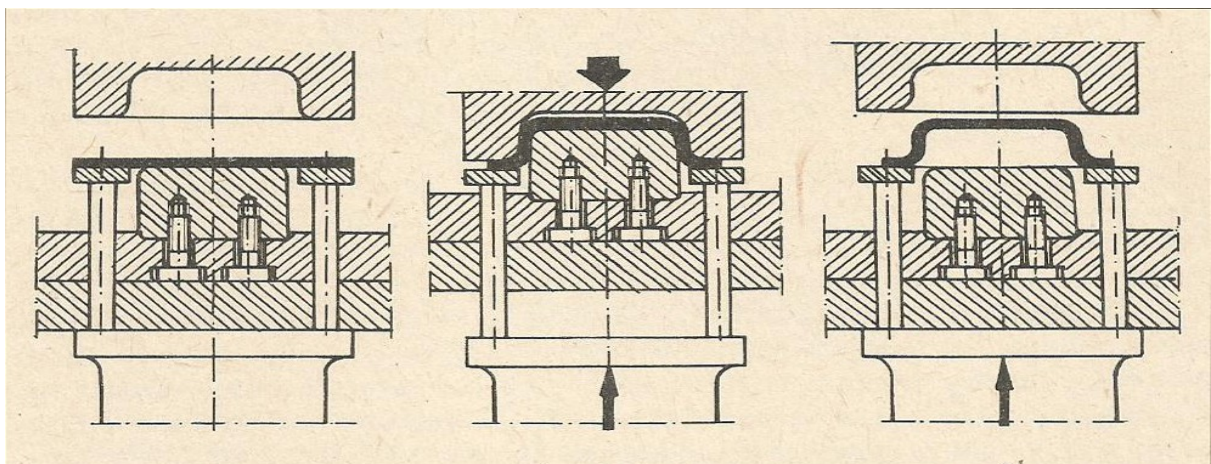
Plán starej rúrovne rozšírenej o kováčsku dielňu (celkom vpravo dole).



Plán kováčskej dielne s vykúvacím kladivom poháňaný parným strojom transmissiou z rúrovni

### Tvárnenie plechu lisovaním

Odveké hrnčiarstvo v Európe začína nahrádzať luxusný čínsky porcelán. V Nemecku zahájili výrobu európskeho porcelánu v 18. storočí. V rámci Rakúska-Uhorska v Holíči založil manufaktúrnú výrobu keramiky (fajansi) manžel panovníčky Márie Terézie, František Lotrinský v rokoch 1736 – 1743. Išlo o lacnejšiu formu porcelánu nahradzujúcu drahý čínsky porcelán pre kráľovský dvor vo Viedni a samozrejme pre domáce osvietenstvo a šľachtu, ktorá si tento luxusný riad mohla dovoliť. Pre stredné vrstvy obyvateľstva a poddaných či slobodných robotníkov a roľníkov zostal pôvodný hlinený hrnčiarsky riad aj naďalej najdostupnejšou komoditou k predaju na každom jarmoku v monarchii. V roku 1783 vo Švédsku zavádzajú do výroby smaltovaný kuchynský riad. Táto technika povrchovej úpravy skvalitnila povrch hlinených nádob a svojim leskom ich priblížila k drahému no rovnako krehkému porcelánu avšak stále išlo o pomerne hrubé výrobky. Nástupom kuchynských sporákov v 19. storočí sa otvorený oheň uzatvára pod medenú a neskôr liatinovú platňu. V Hronci sa k tomuto vareniu uspôsobuje liatinový oceľový kuchynský smaltovaný riad. Ten je v Hronci zavedený v 60. rokoch 19. storočia po zrušení vysokopecnej výroby a zavedením zlievárne a smaltovne do činnosti. Práve zvládnutie procesu smaltovania prináša do Hronca komunitu nových prisťahovalcov z Trebušíc dobre si utajujúcich svoje remeslo. Pre nich je postavená robotnícka kolónia nad fabrikou. V 90. rokoch 19. storočia je bývalá prevádzka prvej valcovne plechu v Uhorsku prestavaná na lisovňu plechového riadu poniže starej maši ako samostatná výrobná prevádzka vzdialená 1 km od materského závodu spojená fabrickou železničkou. Klasickú výrobu liateho kuchynského riadu v Hronci začína nahrádzať lisovanie plechu. Riad je ľahký, cenovo dostupný a po povrchovej úprave smaltovaním vizuálne pripomína porcelánové výrobky určené výhradne vyšším vrstvám pre ich krehkosť a vyššiu cenovú hladinu. Lisovanie je odvodené od pôvodného vykúvania plechu do požadovaného tvaru. Lis túto zdĺhavú činnosť urýchlil a zefektívnil



*Princíp tvárnenia plechu lisovaním: vľavo plech položený na ťažníku a pridržiavačoch, v strede ťahanie plechu šmykadlom zhora s jeho brzdením pridržiavačmi, vpravo pridržiavače zodvihnú výlisok z ťažníka.*



vytváraním za studena pod veľkým tlakom matrice, ktorá vytvarovala plech do požadovaného tvaru. Nasledovalo jeho ohýbanie spájanie elektrickým bodovým zváraním a v konečnej fáze žihanie v roštových plamenných peciach. Mnohým výrobkom postačoval konečný ochranný náter proti korózii (lopaty), väčšina dostávala zložitejšiu povrchovú úpravu nanášaním glazúry (smaltu), často aj s dekoratívnou maľbou a vypaľovaním v peciach (riad, informačné tabule). Lisovňa plechového riadu a výrobkov sa nachádzala v samostatnej prevádzke bývalej valcovni plechov vzdialenej od zlievárne približne 600 m, s ktorou bola spojená podnikovou úzkorozchodnou železničkou. Strojné zariadenia mali centrálny mechanický rozvod transmisíou poháňaný Francisciho turbínou s hľtnosťou 1,2 m<sup>3</sup> a spádom 6 m s výkonom 75 kW (100 HP). Vo výrobnej hale dominoval veľký hlbokotážný lis. Nasledovali kruhové nožnice, zakružovačky, kovotlačiteľné a klampiarske stroje. Jednotlivé výlisky sa spájali odporovými zváracími strojmi (bodovými zvaračkami). Elektrický prúd vyrábalo dynamo v strojozni turbíny. Vyrobený surový riad žihali v púzdrovej peci s roštovým kúrením pevným palivom. V lisovni sa lisovali aj lopaty a štítiky či nápisové plechové tabule. A tento ucelený výrobný proces dávala do pohybu transmisia poháňaná vodnou francisciho kolenovou turbínou s hľtnosťou 1m<sup>3</sup>/s a spádom 6 metrov. Lisovňu prestavali z objektov bývalých hámrov a zrušenej prvej valcovne plechov v Uhorsku. V časti objektu vznikla aj prvá mechanická dielňa už štátnych železiarní. Transmisia Lisovne tu poháňala aj veľký sústruh na opravu valcov z podbrezovskej valcovne. K zlievárni pod Kopcom patrila aj mechanická dielňa s kováčňou, modelárňou, stolárskou dielňou a sklad modelov nachádzajúce sa mimo závod neďaleko Lisovne. Smaltovňu prestavali z pôvodnej hmotárne vedľa odlievacej haly (Giserhausu).

V roku 1922 už nemala odbyť ani Hronecká smaltovňa a ročná výroba išla na sklad. Iný kartel združujúci osem smaltovní v Česku neumožňoval odbyť Hroneckej smaltovni. Podbrezovské železiarne navyše znevýhodňoval aj vysoký prepravný tarif železníc predražujúci výrobky o 100%. V dôsledku hospodárskej krízy je valcovacia plechotráť jemných plechov pre lisovňu často odstavená a v roku 1935 definitívne končí výroba jemných plechov vo Chvatimechu. V roku 1941 zrušili výrobu smaltovaných sporákov a v roku 1942 je v Hronci zrušená aj výroba smaltovaného riadu. Zariadenie smaltovne bolo o rok predané firme Scholz do Matejoviec. Počas Slovenského štátu nedošlo k hospodárskemu ozdraveniu a v hroneckom závode zostáva len výroba sivej liatiny. Odkúpenie štátnych železiarní Nemeckou firmou Herman Göring werke prinieslo zvýšenú výrobu oceľoliatiny pre zbrojársky priemysel. Pre Nemecko sa stala prioritnou výroba ocele a preto uskutočnili aj geologický prieskum dávno zatvorených železných baní v okolí Hronca. Prieskumu neobišla ani zabudnutá dedičná štôlna priamo v areáli fabriky pod Kopcom. K jej otvoreniu pre rýchly sled vojnových udalostí v neprospech Nemecka napokon nedošlo a po vojne ústie štôlny s murovanou klenbou slúžilo ako CO kryt (civilná ochrana). V 60. rokoch pri prestavbe fabriky počas výstavby nového oplotenia ústie zaniklo.





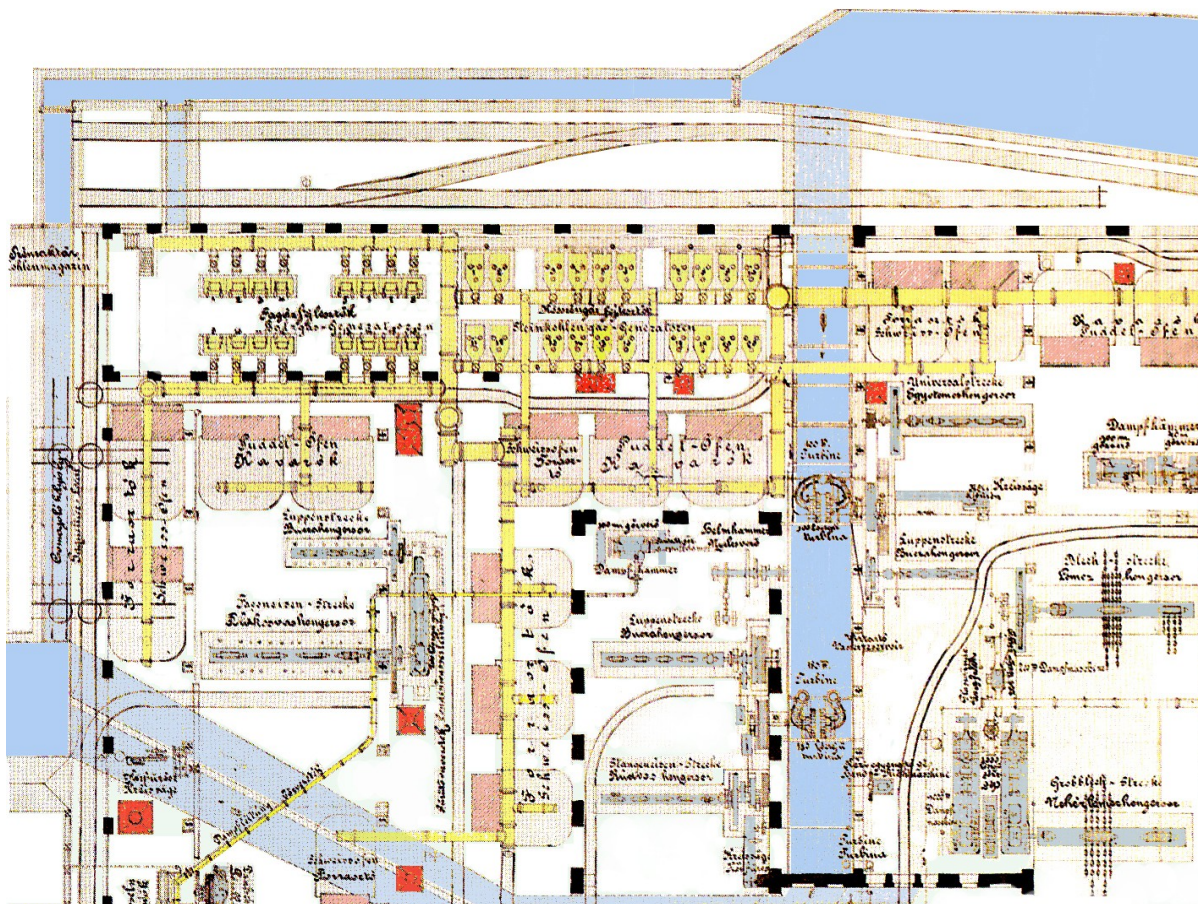












*Podbrezovská voľcovňa a pudľovňa po prvej modernizácii koncom 19. storočia. Vodné kolesá pod vodným žlabom nahradili výkonnejšími dvojčítými Girardotovými turbínami (v modrom vodnom žlabe). Generátory plynu s rozvodom plynového potrubia (žltá) dodávajú generátorový plyn pre pudľovacie pece (ružová). Plechové komíny pre odvod spalín sú označené červene. Na pôvodnom prepade jalového kanála vodného kanála (vľavo hore) neskôr postavili prvú vodnú elektrárňu.*

## Elektrifikácia výrobných zariadení

V roku 1839 Francúz Foucault skonštruoval elektrickú oblúkovú lampu a bolo svetlo. Jasné, oslepujúce svetlo sa hodilo na osvetlenie fabrík, verejných priestorov a mestských ulíc. Pre domácnosti to bola technicky zložitá a drahá náhrada za petrolejové lampy. V roku 1835 Nemec v službách Ruska Herman Jacobi skonštruoval prvý elektromotor použiteľný v praxi na pohon člna. Po ňom predviedol Holanďan Stratingh elektromobil. Po roku 1857 v Nemecku zostrojili prvú neónovú trubicu a vo Francúzku olovený akumulátor. V Nemecku konštruuje Siemens elektrickú oblúkovú pec a v roku 1879 aj prvú elektrickú lokomotívu. O niekoľko rokov jeho firma elektrifikuje železničnú trať z Berlína do Lichterfeldu. V tom istom roku Edison zostrojil svoju elektrickú vákuovú žiarovku. Tie vyriešili doposiaľ chýbajúci spotrebič na osvetlenie domácností. V Amerike a Anglicku sú postavené prvé vodné



elektrárne s Francisciho turbínami výhradne na osvetlenie objektov prvými žiarovkami. V roku 1882 Edison v New Yorku postavil prvú parnú elektrárňu s elektrickým rozvodom verejného osvetlenia a domácností. Pri elektrifikácii mesta konštruuje a zavádza do praxe žiarovkové objímky, vypínače, poistky, elektromer a izolované káble. V rovnakom čase sa prudko rozvíja elektrifikácia v Európe. Francúzi zriaďujú aj diaľkové vedenie elektriny na vzdialenosť tesne 60 km. Rus Benardos vynášiel elektrické oblúkové zvarovanie. V Chicagu sa objavuje prvé trolejové vedenie pre verejnú dopravu a prvý mrakodrap na svete. Aj v Európe sa objavujú prvé elektrifikované koľajové vozidlá nazývané električky. V roku 1888 Tesla začína s výrobou elektrických ventilátorov. Pre osvetlenie Londýna stavajú parnú elektrárňu nového typu na striedavý prúd. V roku 1891 v Nemecku postavili prvé diaľkové vysokonapäťové vedenie z vodnej elektrárne do 170 km vzdialeného Frankfurtu. Išlo o transformovaný trojfázový prúd 100/25000 V a späť na 25 000/100V. začína vek elektriny. Vo svete sa veľké železiarne elektrifikujú a medzi nimi aj štátne železiarne v Podbrezovej. Počas elektrifikácie štátnych železiární došlo k likvidácii parných strojov ktoré nahradili elektromotory. Potrebnú elektrickú energiu si fabriky vyrábali vo vlastných elektrárnach. Prvé samostatné elektrocentrály určené len na svietenie zriadili v Podbrezovej s centrálnou rozvodňou uprostred valcovne a v Lisovni plechov v Hronci. Výroba elektriny tu prebiehala od roku 1896 do komplexnej elektrifikácie Hronca a Podbrezovej v rámci celoslovenského vládneho programu do 20. rokov 20. storočia. K následnému prebudovaniu turbíny v Hronci na výrobu elektrickej energie po zrušení prevádzky už nedošlo, nakoľko generátor s parametrami 110 V 48 Hz nezodpovedal štátnej sieti s napätím 220/380V 50 Hz. Naopak v Podbrezovskej železiarni nastal prudký rozvoj fabrických hydrocentrál už na pohon strojov. Prestavba prevádzky Chvatimech prebehla tiež od vodných kolies po turbínový proces získavania pohonu valcovacích stolíc s výkonom 270 kW až po inštalovaný elektromotor s výkonom 250 kW. Išlo o prestavanú pôvodnú valcovňu plechov na Karlov závod. Rovnako sa stavala aj nová fabrika na Piesku navyše starého hámra a valcovne s prechodom od vodného kola na turbínový pohon starej valcovne. Henriho závod už bol plne elektrifikovaný a za týmto účelom navyše fabriky postavili HC Piesok s inštalovaným výkonom 1.2 MW na potoku Štiavnica so spádom 60 m. Tá bola prepojená s ostatnými fabrickými hydrocentrálami na rieke Hron v Podbrezovej, Lopeji, Dubovej a neskôr s najvýkonnejšou fabrickou hydrocentrálou v Jasení diaľkovým vysokonapäťovým vedením 22 tisíc volt s centrálnou rozvodňou v Podbrezovej. Prechod od vodnej sily a parného pohonu na elektrický prešiel dynamicky, nakoľko pôvodné stroje aj naďalej zostali poháňané transmisiou. Veľké stroje s priamim pohonom parným strojom alebo vodnou turbínou ich teraz poháňali elektrické motory a tie poháňali generátory na výrobu elektrického prúdu jednosmerného (dynamo) alebo striedavého (alternátor). Výhodou bolo ich umiestnenie mimo výrobných objektov fabrík do vzdialenosti aj desiatok

kilometrov. Parné stroje nahradili výkonnejšie tepelné motory s vnútorným spaľovaním (spaľovacie motory plynové, petrolejové, benzínové a naftové) a klasická para vyrobená v kotloch už poháňala parné turbíny. Do polovice 20. storočia sa parné stroje na priamy pohon udržali len v železničnej a lodnej doprave a vzácné v pílach vďaka zužitkovaniu odpadu (rezu) ako paliva.

### **Elektrifikácia Podbrezovských železiarní**

Vodné turbíny všetkých základných typov (Francisciho, Peltonova, Bánkiho a Kaplanova) našli uplatnenie na vodných elektrárnach a slúžia do dnešných čias. Ostatné konštrukcie turbín sa prestali používať pre ich úzke využitie alebo zložitú konštrukciu. Zánikom malých dedinských mlynov a výrobných prevádzok hút a hámrov už vodné turbíny malých spádov a prietokov so zanedbateľným výkonom nenašli uplatnenie a tak skončili v šrote. Éra obnovy malých vodných elektrární na Slovensku v 80. rokoch 20. storočia prišla neskoro a mnoho vodných náhonov už nebolo možné zrekonštruovať a tak posilniť deficit elektrickej energie v súčasnej energetickej kríze. Zároveň zaniklo aj mnoho architektonických skvostov či technických pamiatok z doby industrializácie Slovenska. Krásnym príkladom sú vodné elektrárne dochované vo funkčnom stave do dnešných čias v Železiarňach Podbrezová.

V rámci prestavby štátnych železiarní začala aj postupná elektrifikácia jednotlivých prevádzok. Už v roku 1872 je privedený po drôtoch do Brezovej telegraf, v roku 1884 je dokončená železničná trať Banská Bystrica – Brezová a v roku 1892 prebieha elektrifikácia pridružených osád ako Brezová, Skalica, Lopej a Vajsková. Je zrejmé, že fabrika už vtedy disponovala vlastnou hydroelektrárnou. Rovnaké podmienky mala aj hronecká lisovňa plechového riadu. Tu výroba prebiehala v dvoch pracovných smenách a v noci turbína vyrábala len elektrickú energiu pre osvetlenie huty, komornogrófskeho sídla, objektov štátnych železiarní a bytových domov štátnych zamestnancov. V Podbrezovej počas prvej prestavby valcovne na parný pohon bol už nepotrebný vodný náhon starej valcovne, preto ho využili na pohon turbín vodnej elektrárne postavenej priamo v závode poniže valcovne. Spustená bola do prevádzky pravdepodobne na prelome storočí. Išlo o zostavu dvojice dvojčítých Francisciho turbín s hĺtnosťou 13 m<sup>3</sup>/s na spáde 7,2 m s výkonom 325 kW. Po roku 1912 bola modernizovaná. Ďalšiu hydrocentrálu dokončili v Piesku v roku 1903. Táto využívala vodu potoka Bystrianka s vtokovým objektom v osade Bystrá. Podzemným privádzačom dlhým 5 km získala hydrocentrála spád až 72 metrov a pri prietoku 3,1 m<sup>3</sup>/s zabezpečovali dve špirálové francisciho turbíny výrobu elektrickej energie s výkonom 428 a 900 kW. Táto mala predovšetkým poháňať stroje presťahovanej starej rúrovne a ostatných prevádzok Henriho závodu v Piesku rovnako budovaného v tomto čase. Elektrárňa však bola prepojená cez centrálnu rozvodňu v Podbrezovej s ostatnými elektrárnami postavenými na rieke Hron. Pre neustále sa zvyšujúcu



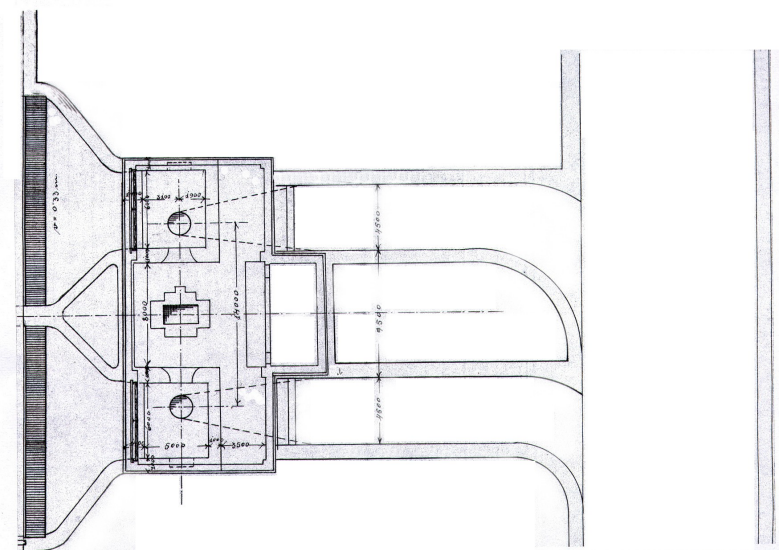
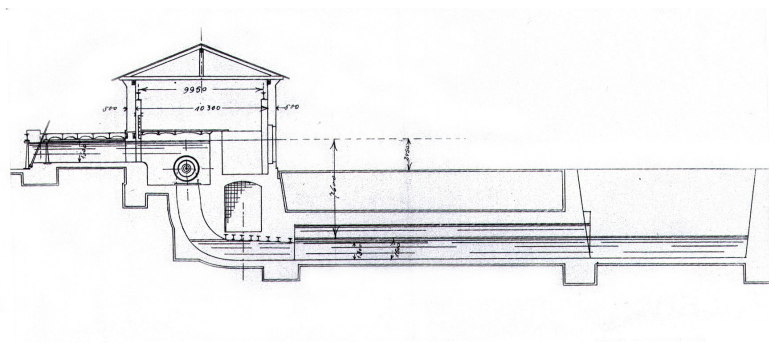
spotrebu sa v rokoch 1905 – 1906 dokončila výstavba druhej hydrocentrály na Hrone v osade Lopej s rovnakým spádom 7,35 m a prietokom 2x6,5 m<sup>3</sup>/s. Výrobu elektriny zabezpečovali dva alternátory každý z nich poháňala dvojčítá francisciho turbína s výkonom 2x460 HP (360 kW) pri otáčkach 167/min. Na odpadový kanál Podbrezovskej elektrárne sa elektrárň v Lopeji pripojila otvoreným betónovým kanálom dlhým 2,6 km. V roku 1909 sa začala stavať oveľa náročnejšia elektrárň s podzemným privádzačom dlhým 5 km s umiestnenou hydrocentrálou v Dubovej (Zámostie). Aj táto naväzovala na odpadový kanál Lopejskej elektrárne a tak spoločne vytvorili hydroenergetickú kaskádu na Hrone so spádom 37 m. Vodná elektrárň Dubová dokončená v roku 1908 s inštalovaným výkonom 1 360 kW spracúvala spád 23 m a prietok 6,5 m<sup>3</sup>/s. Dve špirálové francisciho horizontálne turbíny pri 375 otáčkach/ min. dávali výkon 553 a 870 kW. Okrem vodných turbín mala Podbrezová ešte parnú elektrárň s výkonom 883 kW a výhrevnou plochou kotla 216 m<sup>2</sup>. Parná turbína pracovala s predhriatou parou o tlaku 12 atmosfér predhrievanou v predhrievači pary s plochou 39 m<sup>2</sup>. V roku 1905 zmodernizovali podbrezovskú rúrovňu a doplnili ju stolicami Briede. Tú už poháňal elektromotor o výkone 1 000 HP a dva motory o výkone 360 HP. V roku 1909 v Podbrezovskej rúrovni uviedli do prevádzky aj tretiu stolicu typu Briede a vo valcovni postavili parné turbodynamo s výkonom 830 kW s kotolňou o troch kotloch na kamenné uhlie. Tá mala pracovať ako záskok pri nízkom stave Hrona.

V rokoch 1928 – 1939 je v prevádzke zrekonštruovaná mestská hydroelektrárň Banská Bystrica na rieke Hron s pôvodnou dvojicou dvojčítých francisovych turbín rozšírená o ďalšiu kaplanovu turbínu s celkovým výkonom 1,53 MW.

V období celoštátnej elektrifikácie železiarne stavajú najvýkonnejšiu hydrocentrálu v Jasení, ktorá je uvedená do prevádzky v roku 1928 so spádom 200 metrov a dvomi Peltonovými turbínami s celkovým výkonom 2,3 MW. Elektrárň je pripojená k fabrickej energetickej sieti diaľkovým vedením a fabrická rozvodňa zas na štátnu diaľkovú linku Banská Bystrica – Brezno. Spojením oboch energetických sietí bolo možné predávať prebytky elektrickej energie vyrobené v štátnych železiarňach do verejnej siete stredoslovenskej energetiky.

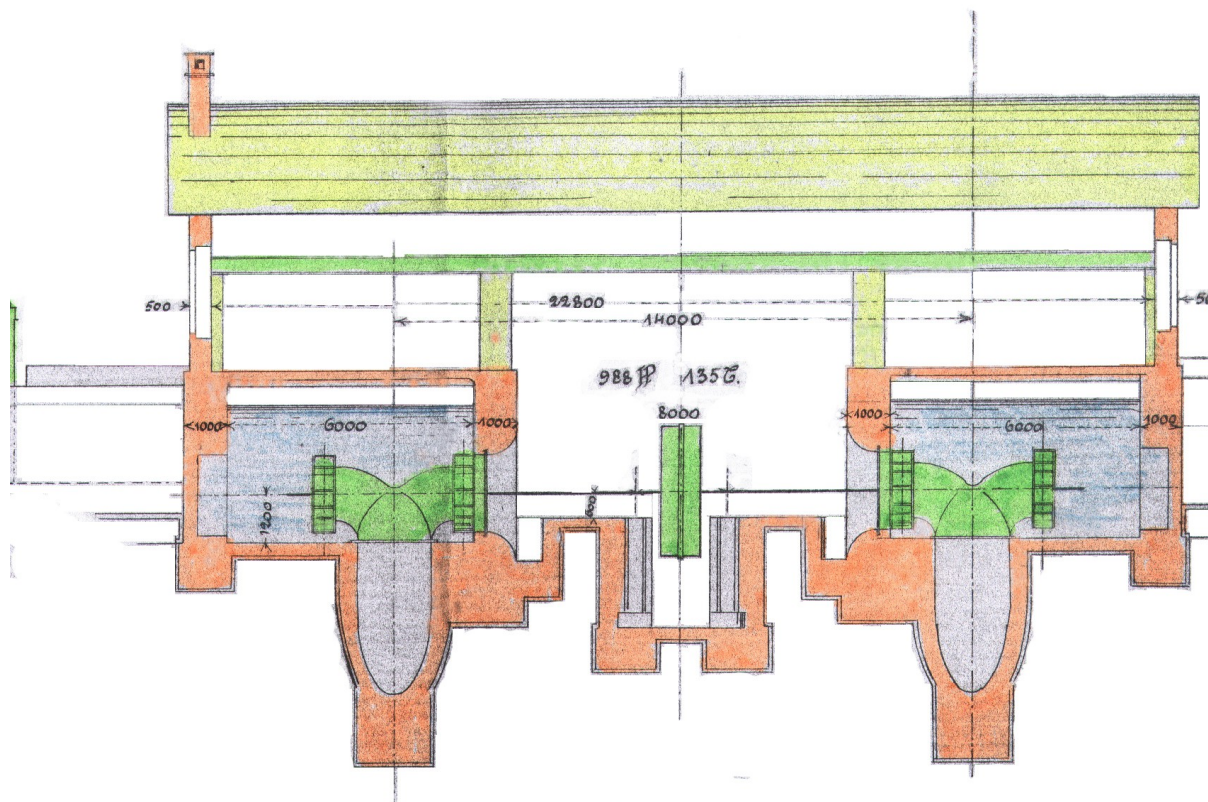


*Kanál vodného náhonu pod Brezovou keď sa stala osadou s vlastným kostolom v pozadí. pre hydrocentrálu súbežne s hradskou, v pozadí štátna škola.*



*Vodná elektráreň v Podbrezovej pozdĺžny rez a pôdorys.*

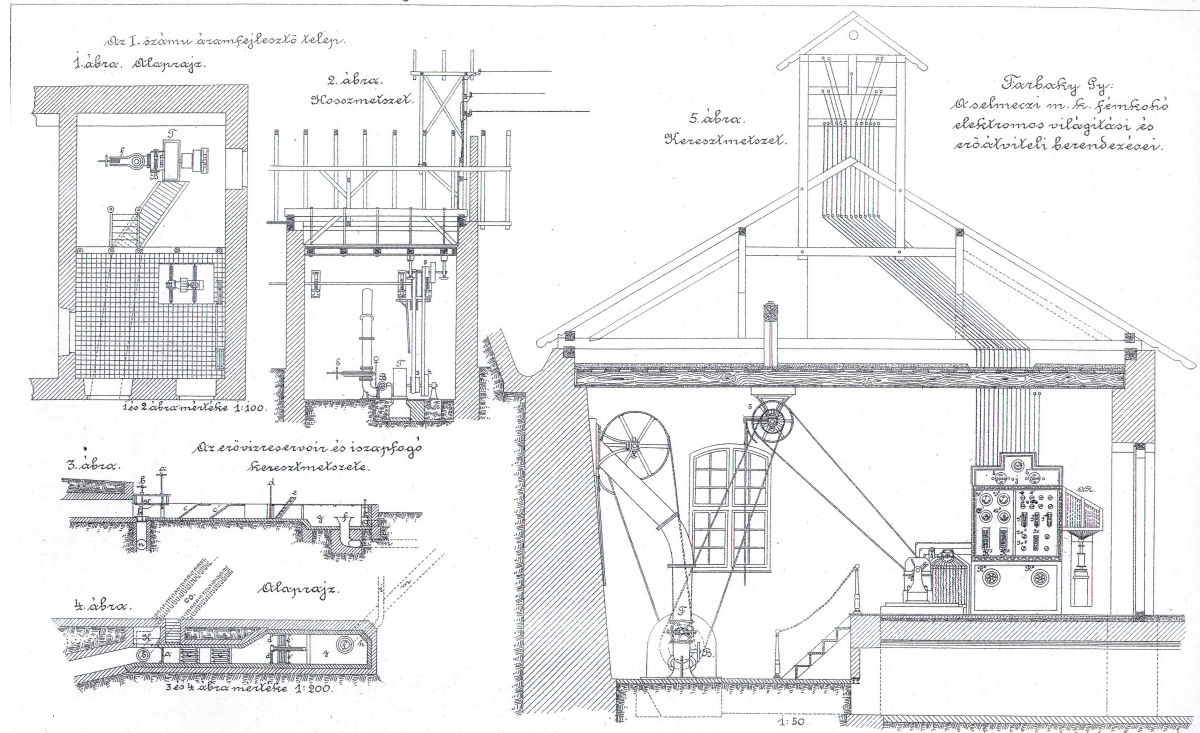




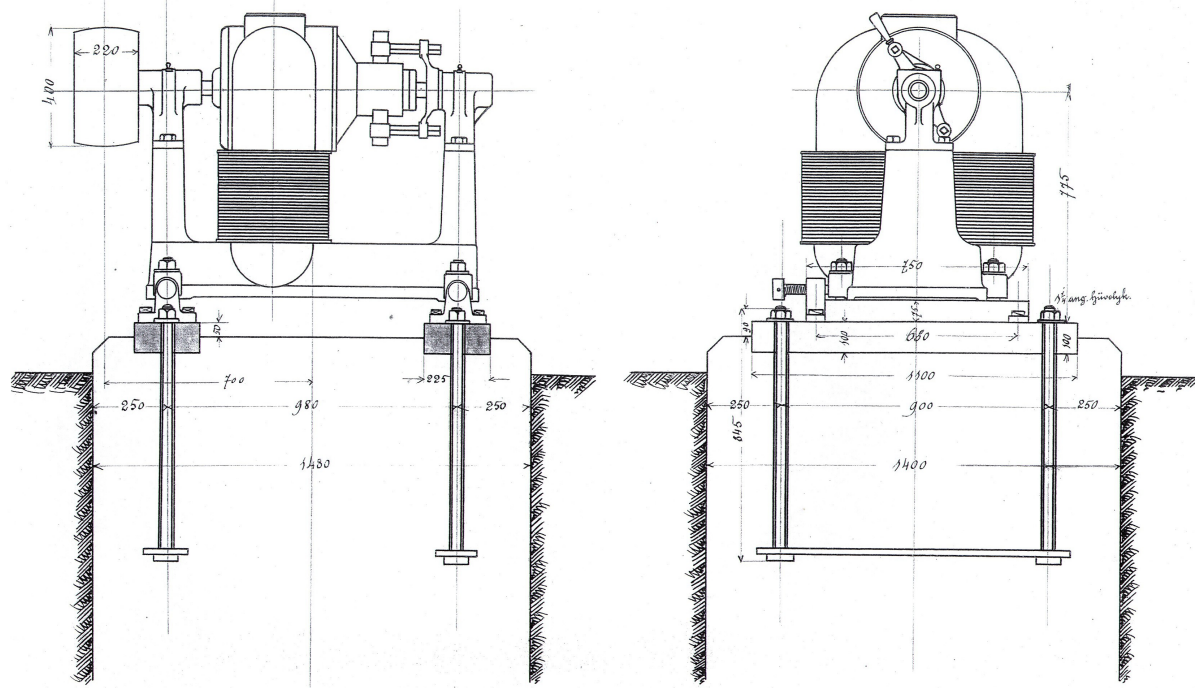
Priečný rez hydrocentrálou v Podbrezovej na pôvodnom vodnom náhone a odpadovom kanále s dvomi dvojčíťmi Francisciho turbínami na spoločnom hriadelí s generátorom uprostred.

Bányászati és Kohászati Lapok 1899 évi folyamatahoz.

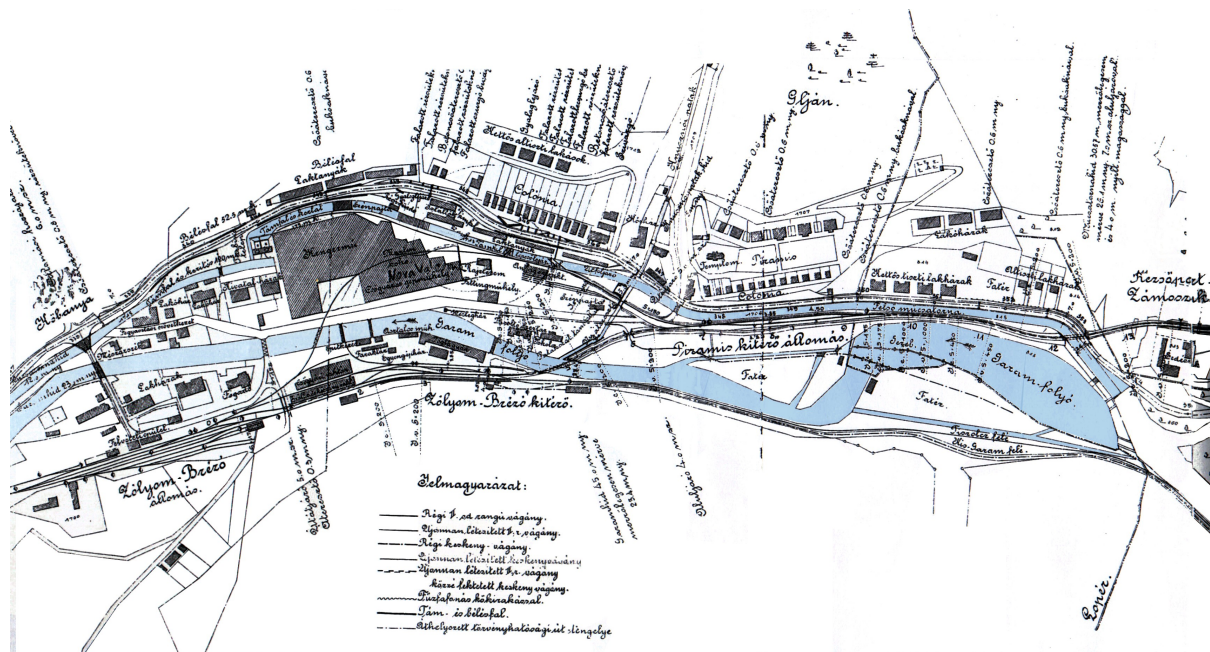
IX. tábl



Fabrická malá vodná elektráreň s rozvodňou a rozvodom elektrických vodičov z r. 1899. Rozvod bol riešený vejárovito z jedného bodu do jednotlivých objektov a vonkajších stožiarov tzv. kandelábrov. Na svietenie vtedy používali oblúčkové lampy s jasným svetlom.

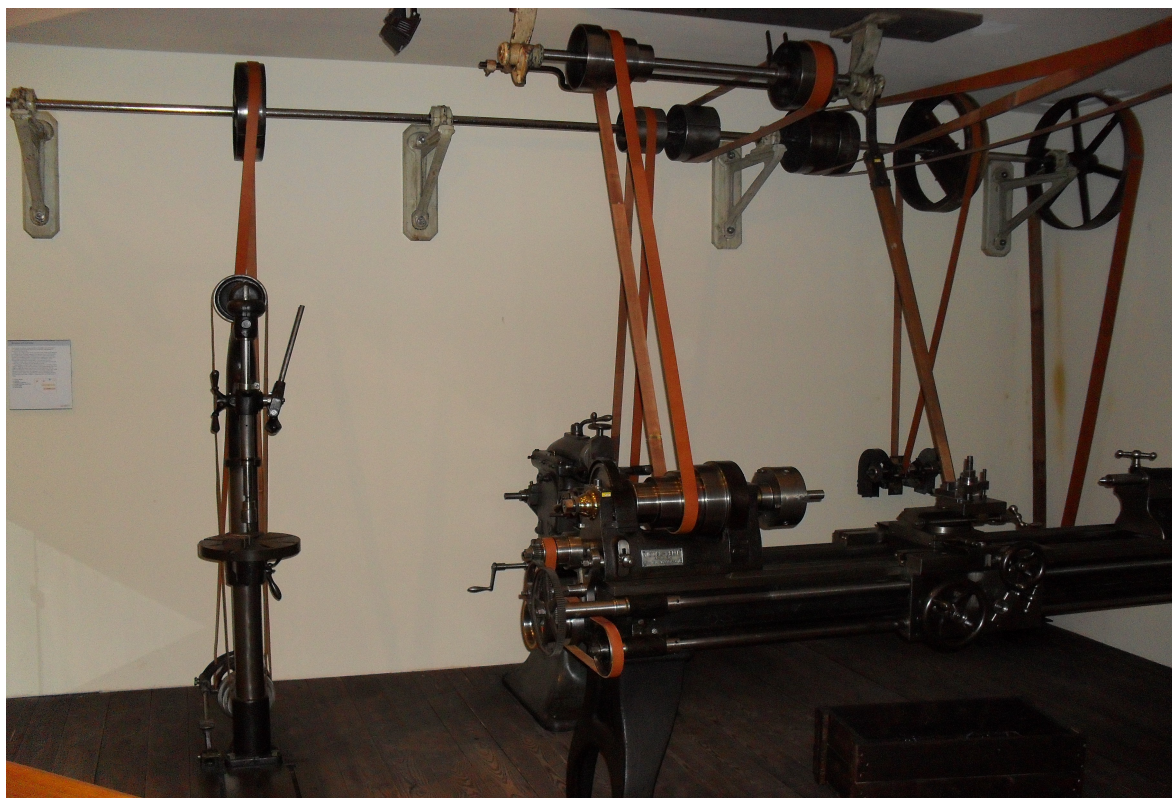


Prvé elektromotory s remenicou na plochý remeň poháňal zväčša jediný stroj alebo transmisiiu.

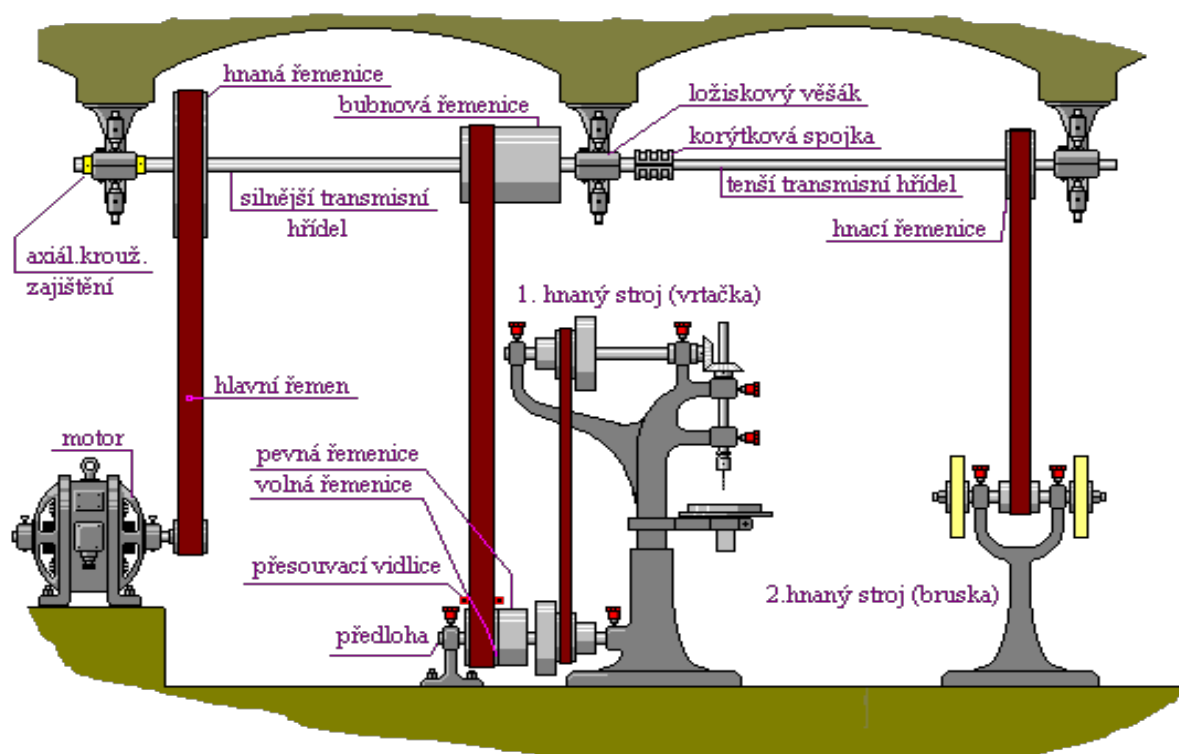


Celkový plán železiarní pod Brezovou s využitím pôvodného náhonu na privádzač hydrocentrály v ľavom hornom rohu valcovne a s vyznačeným systémom podnikovej vlečky a úzkorozchodnej železničky. Vľavo dole železničná stanica, vpravo dole záchytné hrable na Hrone a hať s vtokovými česlicami vodného náhonu.



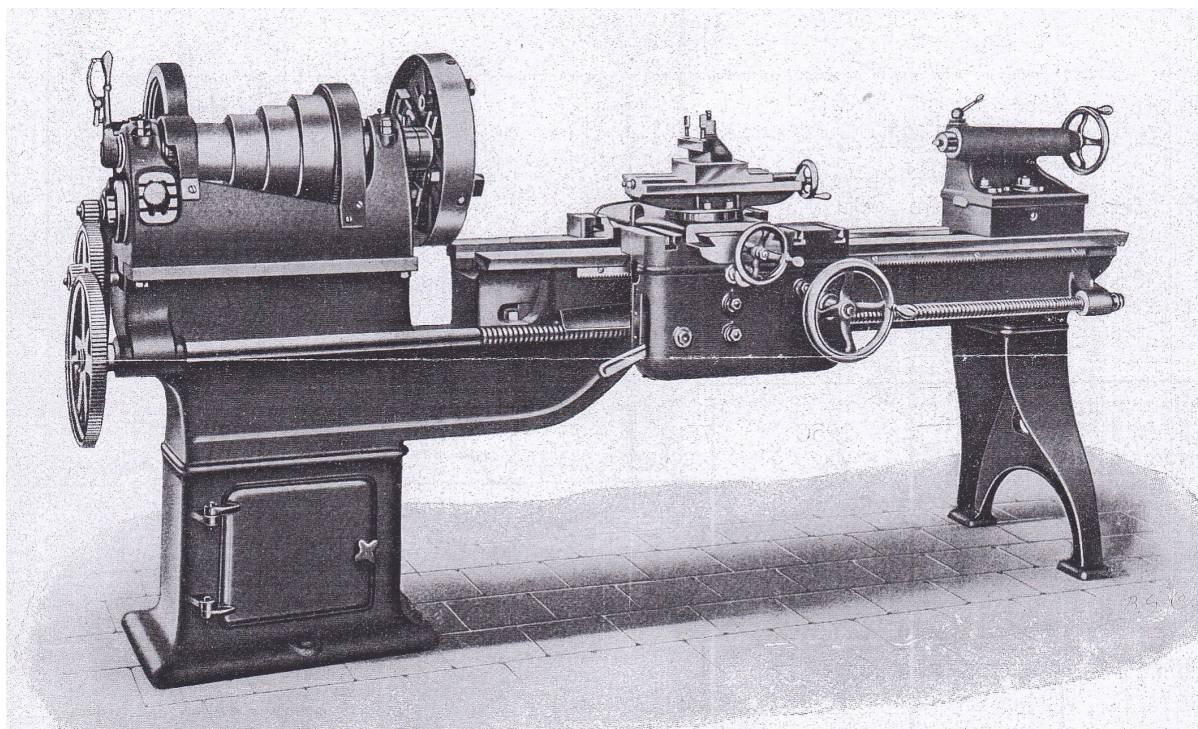


*Sústruh poháňaný centrálnym motorom transmiou ktorý nahradil vodné koleso a neskôr aj parný stroj.*

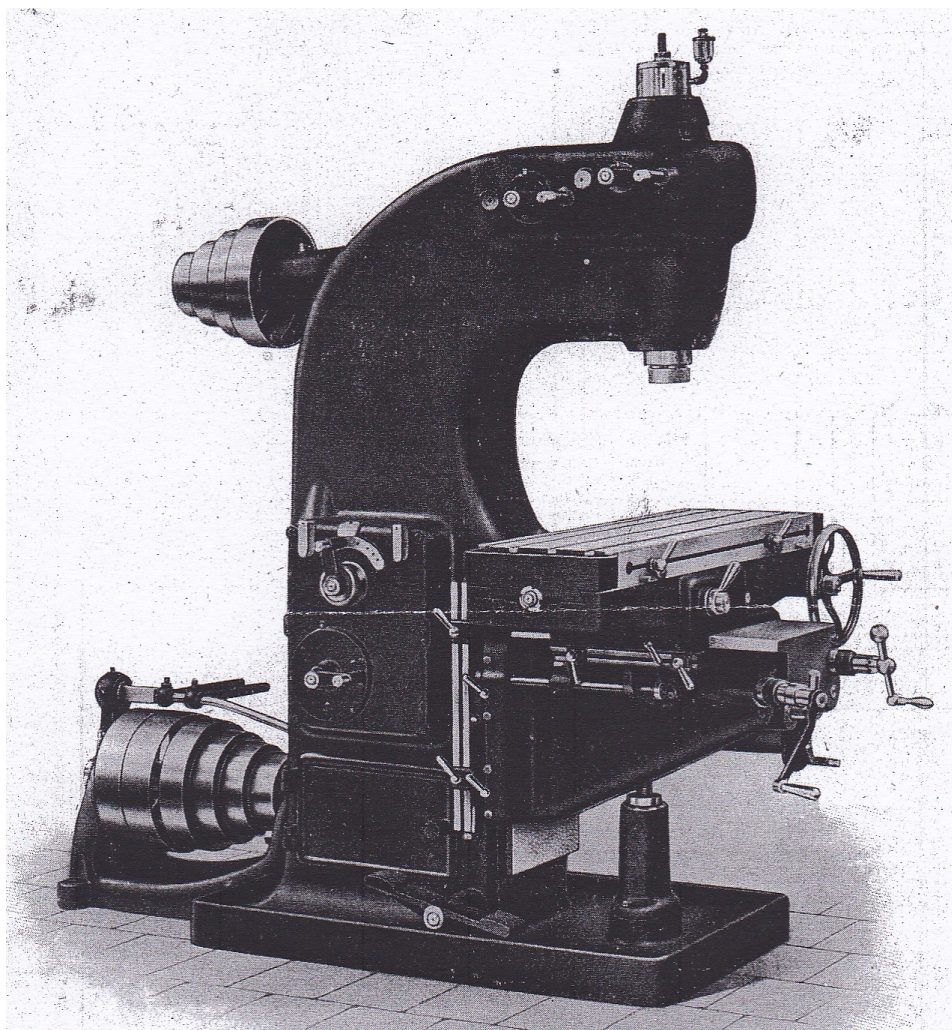


*Princíp funkcie transmisie pre rozvod kinetickej energie od vzdialeného pohonu po jeho rozvod k jednotlivým strojom a zariadeniam s možnosťou prevodu a vyradenia z činnosti. Hlavnými komponentami boli transmisná hriadeľ osadená v ložiskových vešiakoch na stene alebo strope, hnané, hnacie alebo bubnové remenice a systém vyradenia pomocou presúvacej vidlice s dvojicou pevnej a voľnej remenice fungujúcej ako voľnoběžka.*





*Sústruh s reguláciou otáčok zmenou priemeru remenice.*

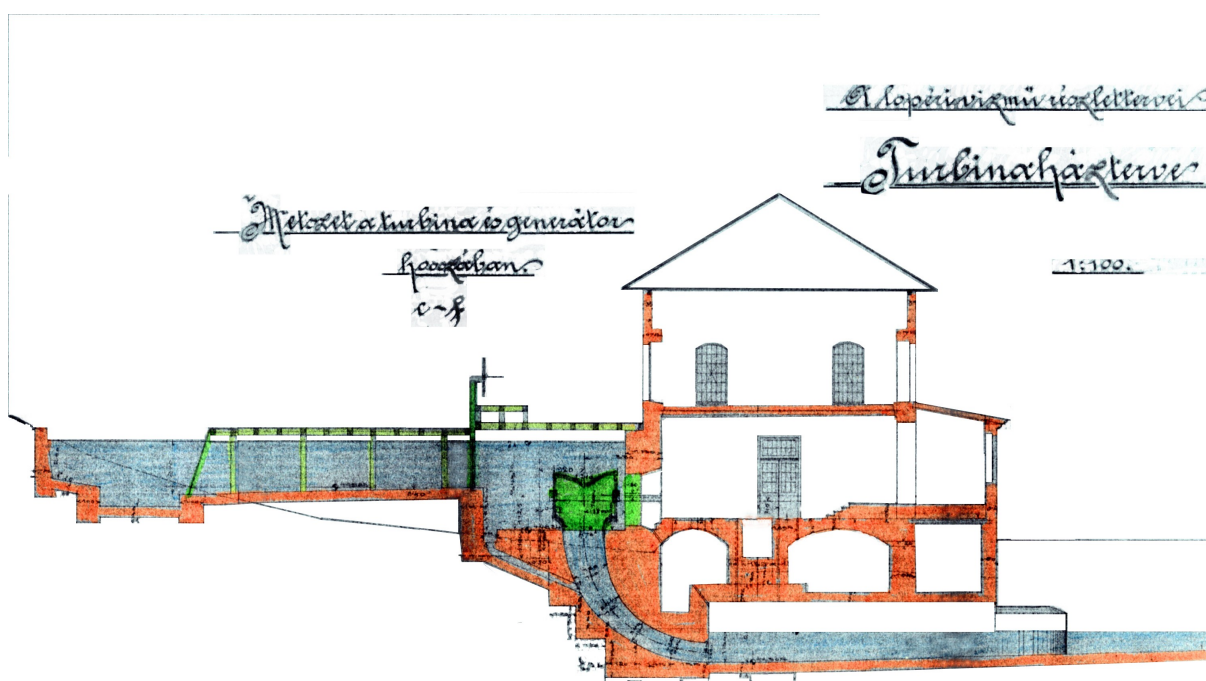


*Fréza s reguláciou otáčok zmenou priemeru remeníc.*



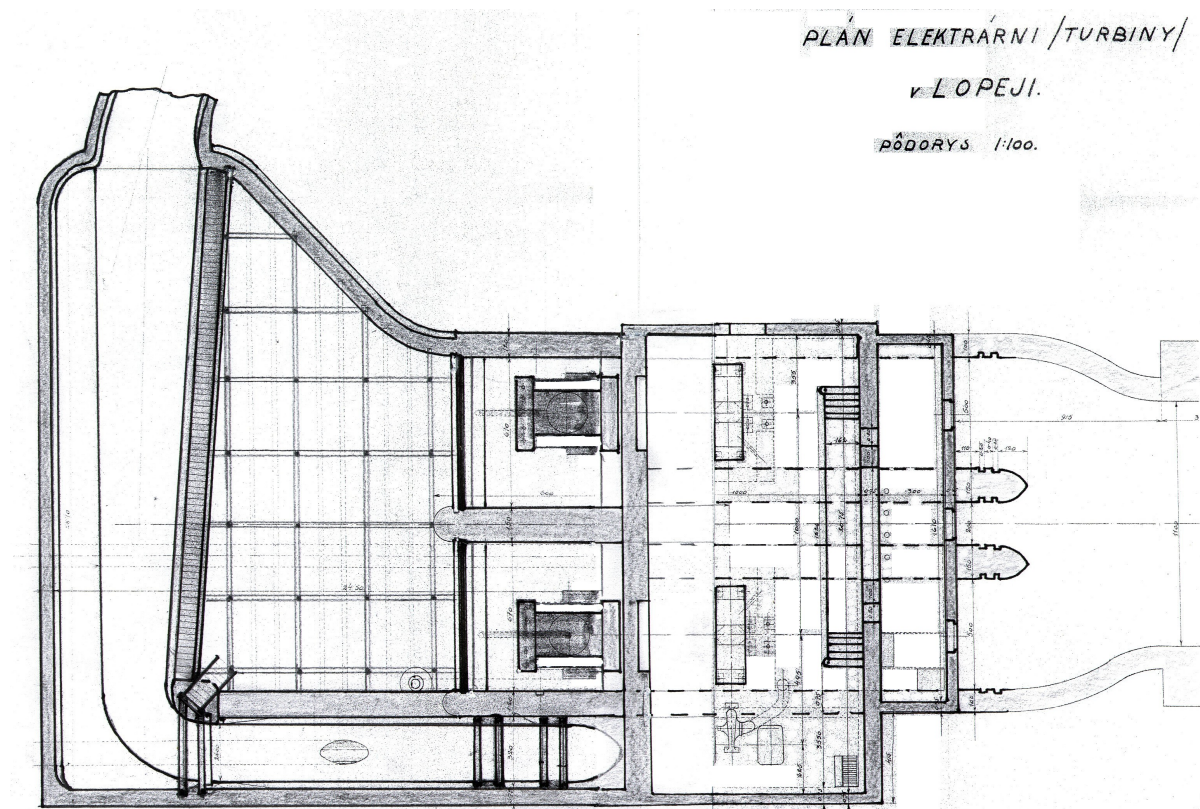


*Pohľad na Hydrocentrálu Lopej od Hrona.*

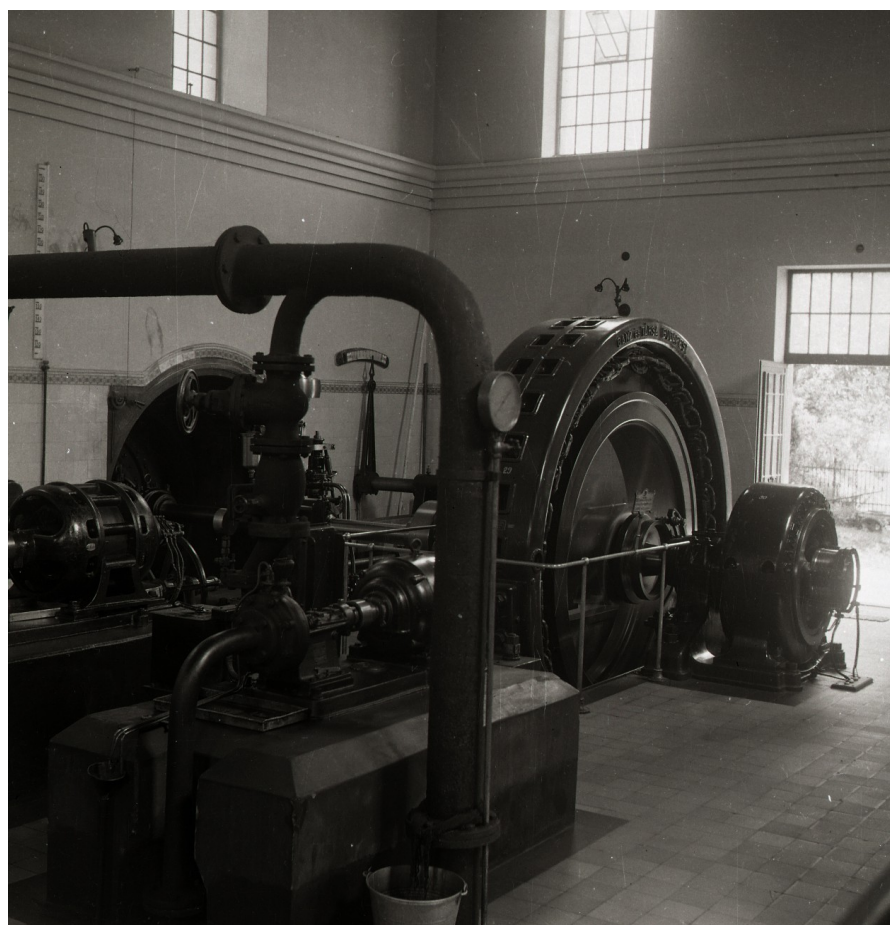


*Pozdĺžny rez hydrocentrálou Lopej.*





*Plán HC Lopej s privodným kanálom vľavo hore s česlicami a odpadovým kanálom vpravo.*

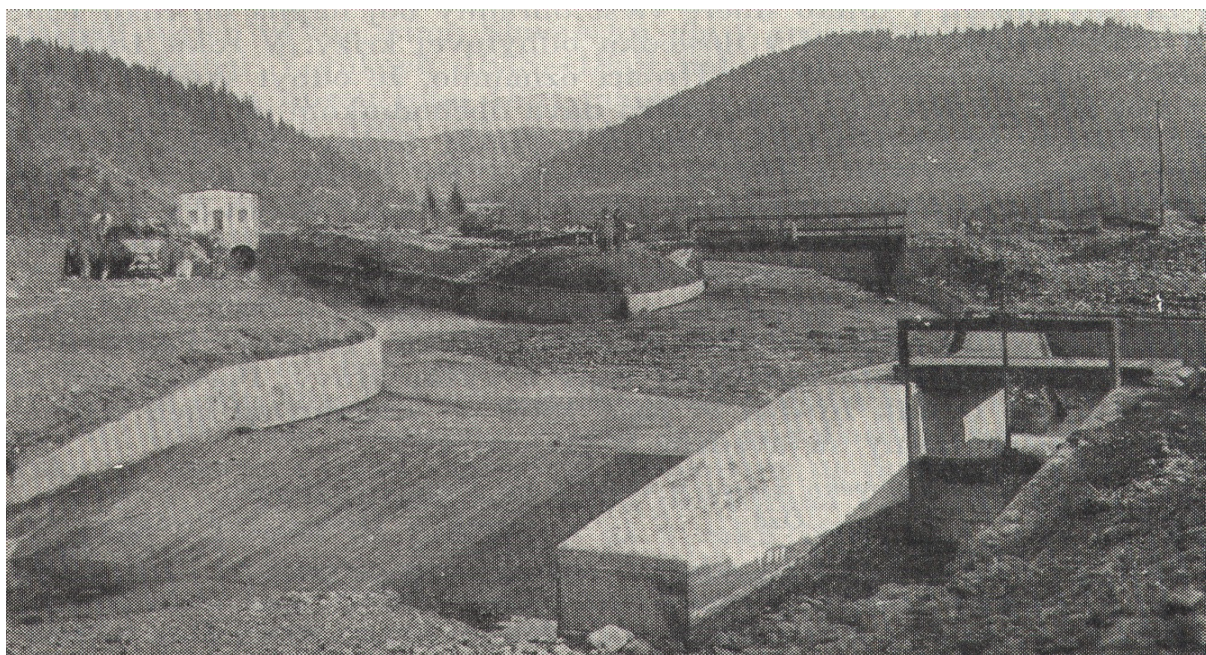


*Interiér HC Lopej s generátorom a budičom.*



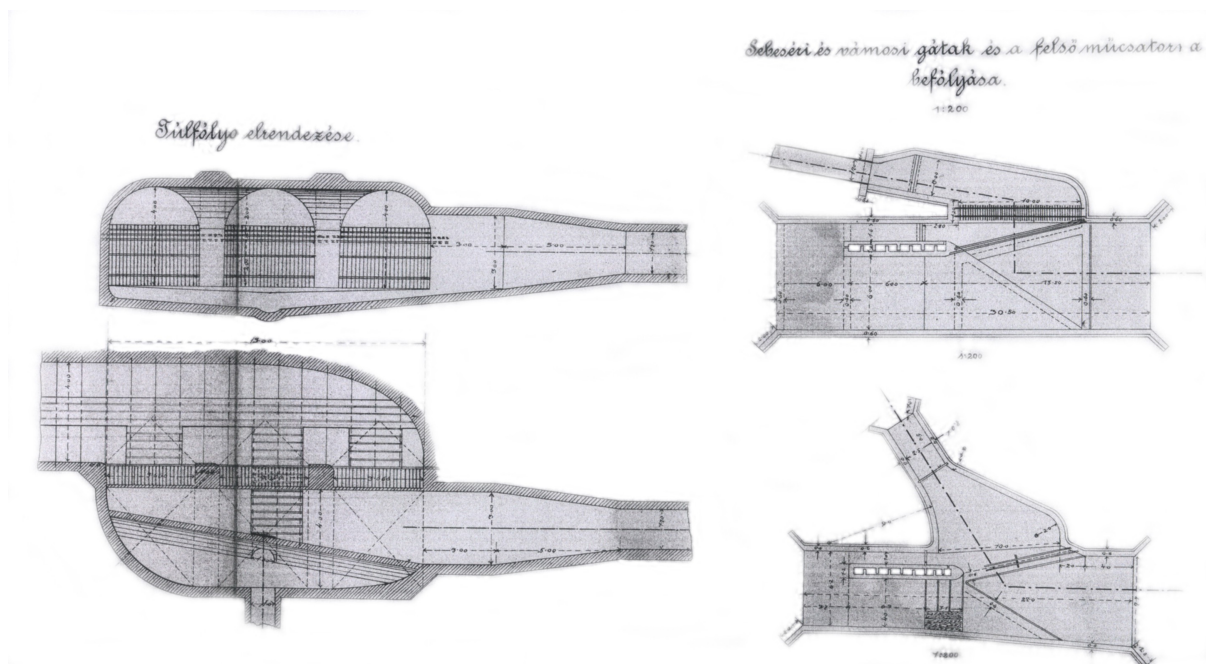


*Návaznosť odpadového kanála z HC Lopej do podzemného privádzača HC Dubová.*

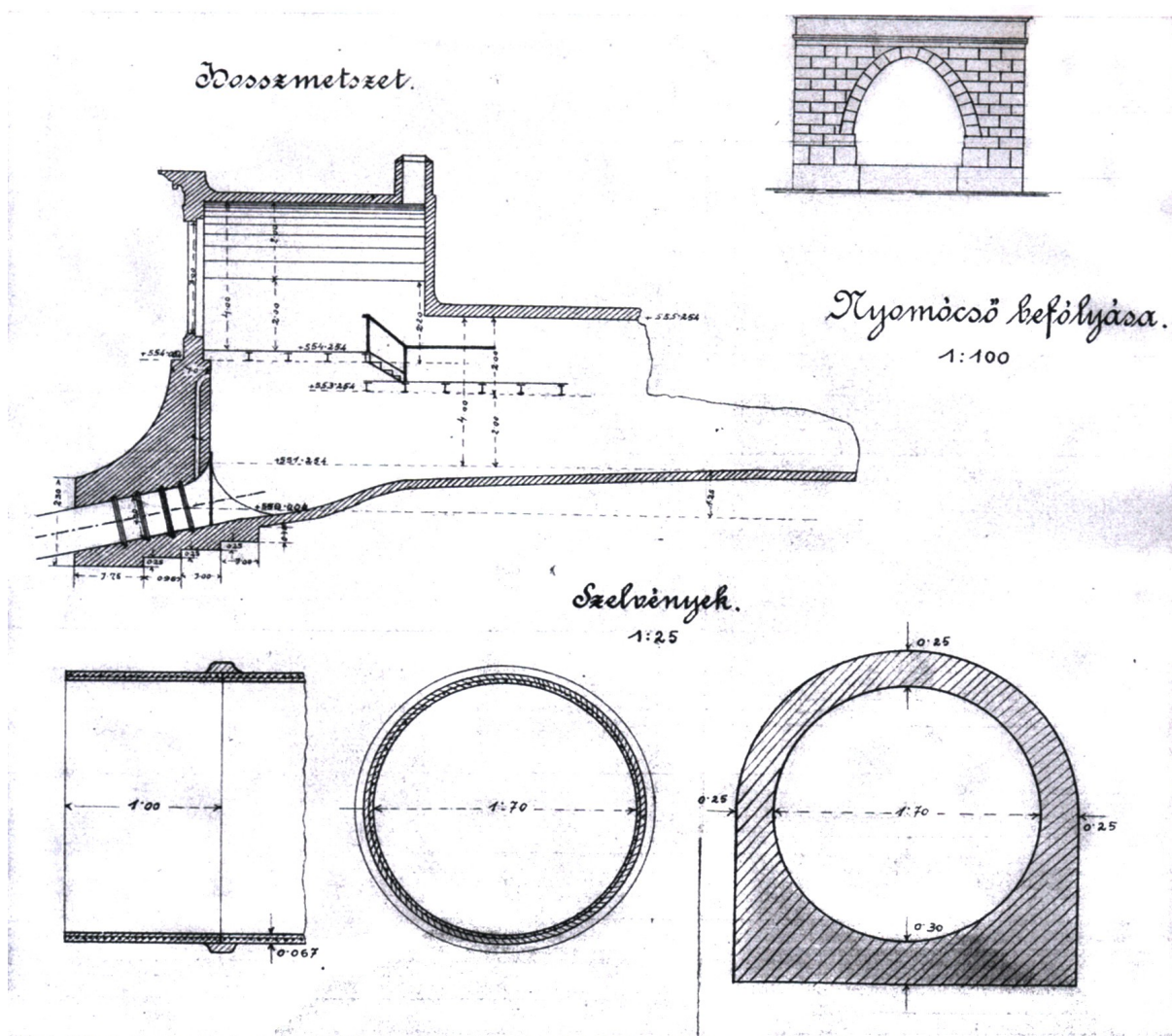


*Pohľad na hať potoka Bystrianka s priepustou pre náhon piesockej valcovne (vpravo). Vľavo v pozadí HC Piesok s odpadovým kanálom.*



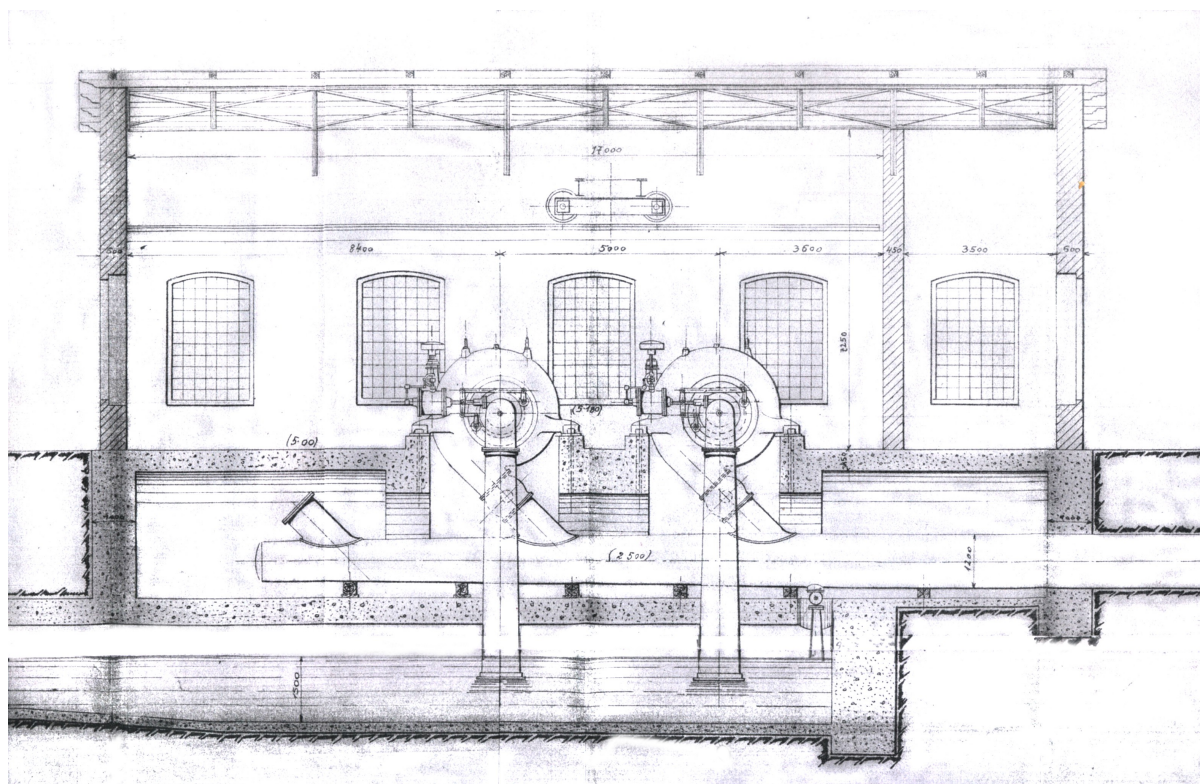


Podzemná komora s česlicami na sedimentáciu piesku s prepadom a haťové telesá.

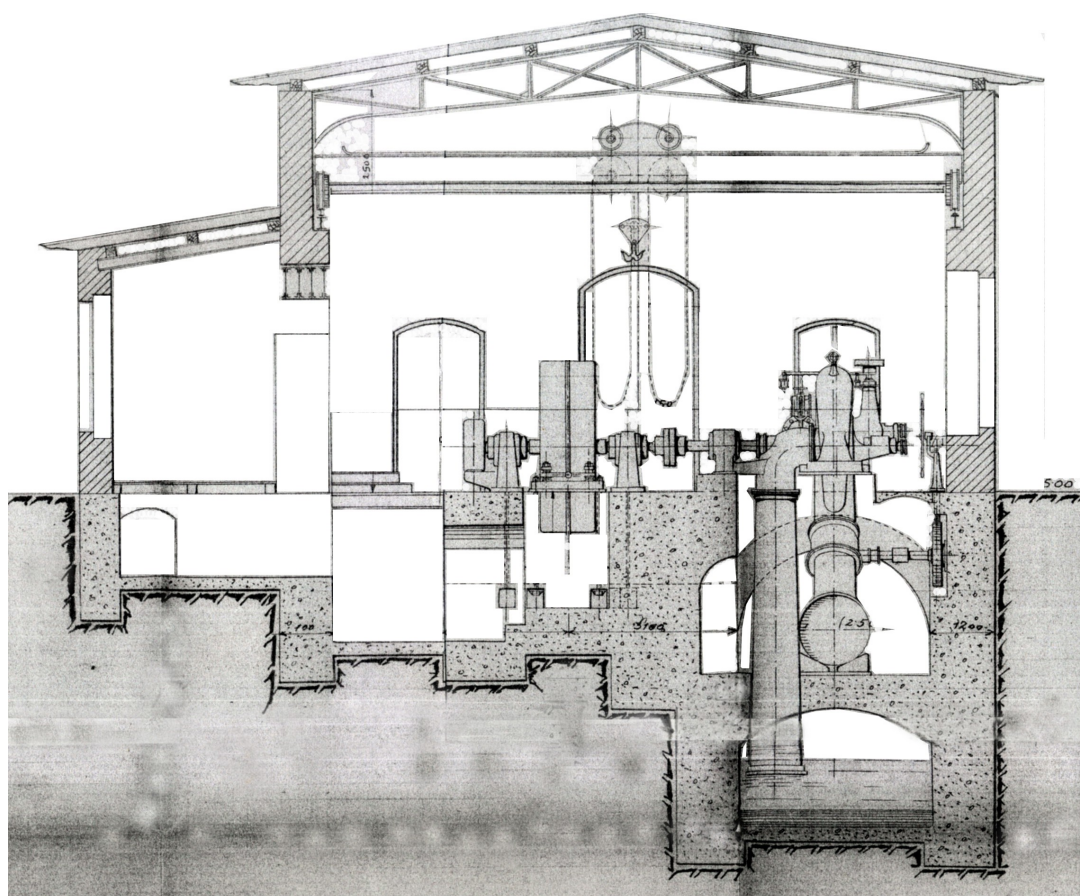


Vtokový objekt privádzača s tlakovým potrubím pre HC Piesok.





*Pozdĺžny rez HC Piesok s dvojicou špirálových Francisciho turbínami.*

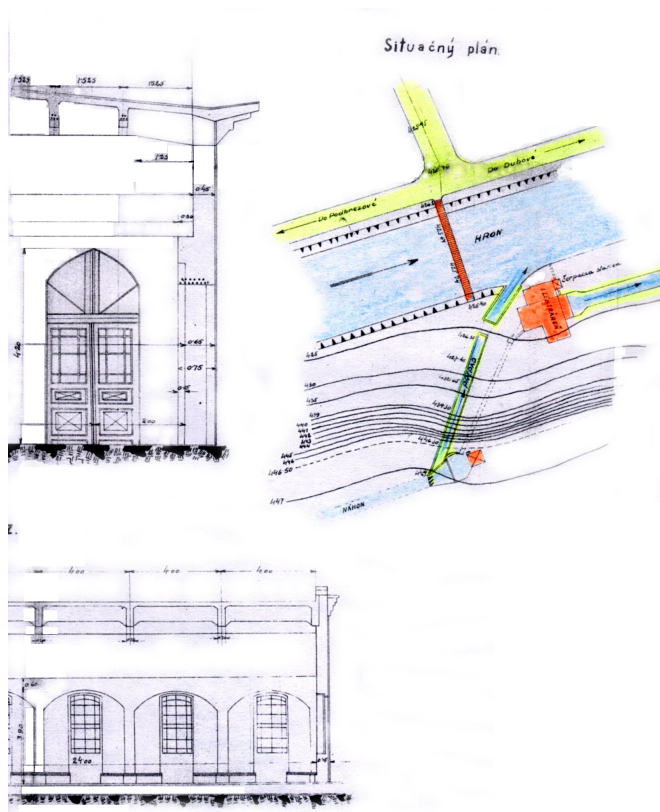


*Priečny rez HC Piesok s generátorom a turbínou, pod ňou s tlakovým privádzačom a odpadovým kanálom.*









*Situácia plan hydrocentrály v Dubovej s podzemným privádzačom o spáde 23m.*



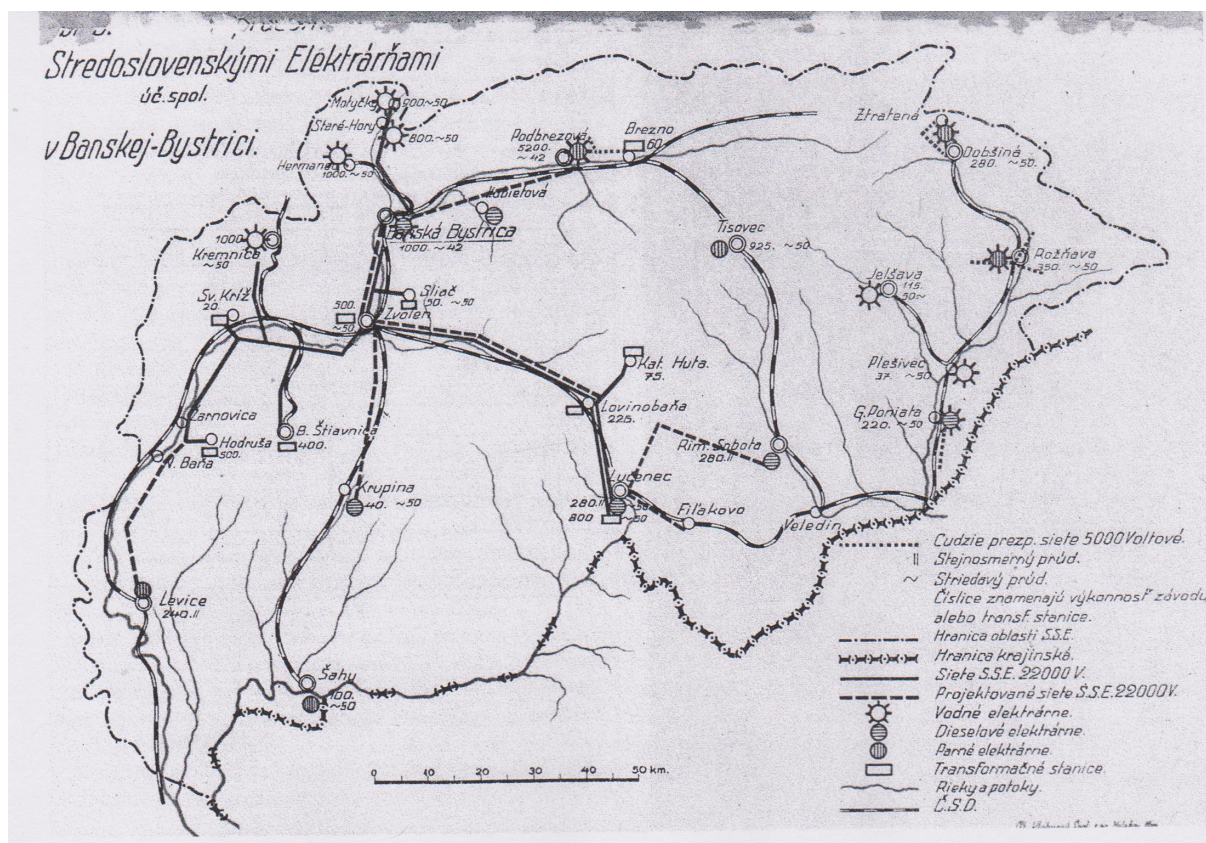
*Pohľad na objekt HC Dubová dole, hore je vežový objekt privádzača podzemného tunela a tlakového potrubia s prepádovým žľabom.*

## Elektrifikácia Slovenska

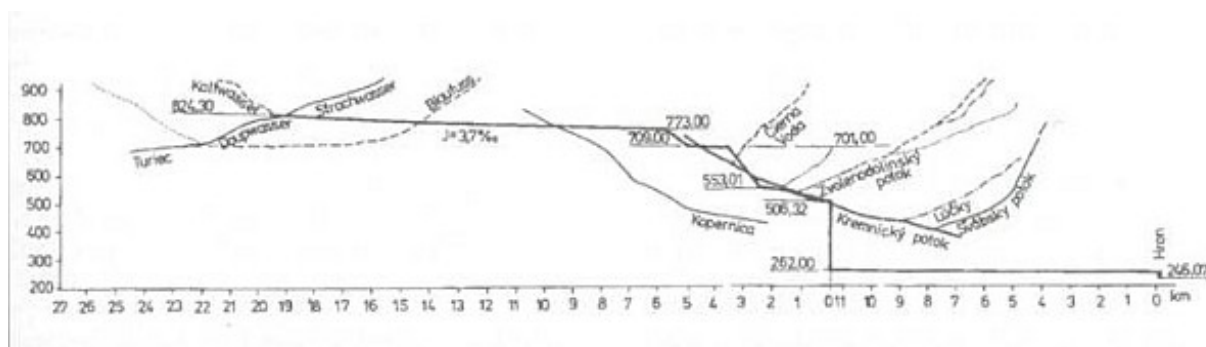
Na Slovensku je elektrifikácia oproti ostatným európskym štátom len v začiatkoch. Elektrifikovať sa začínajú fabriky, pily a väčšie mestá. V dedinách žiarovkou svietia iba niektorí mlynári po inštalácii dynama na existujúci vodný pohon. Mnohokrát však obecný mlyn zabezpečoval osvetlenie celej dediny alebo mestečka. Výkonnejšie elektrárne sa objavujú až koncom 19. storočia. V roku 1850 len krátko pred objavom elektrickej vákuovej žiarovky, vo Francúzsku zdokonaľujú olejovú lampu zavedením skleneného cylindra a posuvu knôtu v lampe nám známu ako petrolejka. V tom čase sa používa ešte repkový olej. Po roku 1859 sa k osvetľovaniu domácností začínajú hromadne používať petrolejové lampy. Na trhu sa objavuje petrolej, produkt rafinácie ropy, ktorý začal vytláčať repkový olej. Vo veľkomestách sa na osvetlenie stavajú plynárne a osvetlenie ulíc zabezpečuje svietiplyn. Objavujú sa aj prvé zápalky. Elektrifikácia začiatkom 20. storočia napreduje aj na Slovensku. V rudných baniach v Kremnici je vybudovaná podzemná hydroelektráreň s výkonom 3,6 MW už v roku 1912. Tá sa stáva nosným zdrojom prvej elektrifikačnej siete Zvolenskej župy spolu s banskobystrickou mestskou hydrocentrálou spustenou do prevádzky v roku 1901. Pri spáde 6 m a dvoch dvojčítých francisioh turbínach mala výkon 600 kW. Po prvej svetovej vojne v prvej ČSR do platnosti vstupuje elektrizačný zákon č. 438/1919, ktorý vyvrcholil v roku 1933 počas hospodárskej krízy. Vo Zvolenskej stolici okrem existujúcich hydroelektrární v Podbrezovských železiarňach, Hronci, Bujakove, Piesku, Chvatimechu a Vajskovej bola spustená do prevádzky štátna hydroelektráreň Dolný Jelenec s výkonom 1,06 MW v roku 1925 a Staré Hory o výkone 1,11 MW v roku 1926. Na rieke Hron nasledovala hydroelektráreň Zvolen postavená na jestvujúcom vodnom náhone zaniknutej železiarne Union s výkonom 1,36 MW v roku 1929. V rokoch 1928 – 1939 je v prevádzke zrekonštruovaná hydroelektráreň Banská Bystrica na rieke Hron s pôvodnou dvojicou dvojčítých francisovych turbín z roku 1901 rozšírená o ďalšiu kaplanovu turbínu s celkovým výkonom 1,53 MW. V roku 1928 je v Jasení dokončená najvýkonnejšia fabrická vodná elektráreň s dvomi peltonovými turbínami s výkonom 2,3 MW. Táto bola špičkovacia a pracovala so spádom až 200 m. Na dokončenie zostávajúcich 5. tisíc obcí v ČSR malo dôjsť za pomoci štátnych subvencií. Podmienkou bolo v obciach vybudovať rozvodnú sieť na vlastné náklady. V tridsiatich rokoch sa začína stavať Vážska kaskáda s prvou veľkou hydroelektrárnou Ladce v roku 1936 s výkonom 13,8 MW a pripravuje sa stavba Oravskej priehrady. Elektrifikácia prebiehala postupným budovaním diaľkových vedení a vzájomným pospojovaním jednotlivých energetických zdrojov hlavne hydrocentrál a následne jednotlivých rozvodov do miest a obcí. Na Horehronie elektrifikácia dorazila v roku 1940 postavením vysokonapäťovej linky z Brezna do Telgártu. Parná elektráreň v Handlovej sa stala jednou z hlavných výrobcov elektrickej energie najskôr v Stredoslovenskom kraji, neskôr v rámci celého Slovenska s výkonom 250 MW. Výroba a distribúcia elektrickej energie sa stala



prioritnou. Veľkým úspechom robotníckej triedy je dokončenie Oravskej priehrady v roku 1954. V roku 1948 bol celkový inštalovaný výkon štátnych elektrární 141,1 MW a výroba závodných elektrární predstavovala 90 MW, z toho Podbrezovské železiarne vyrobili 5,36 MW. Rozširuje sa aj výkon tepelných elektrární.



Diaľkové vedenia vo Zvolenskej župe počas elektrifikácie v prvej polovici 20. storočia s hlavnými energetickými zdrojmi hydroelektrární ako bola B. Bystrica, Podbrezová, Harmanec, St. Hory-Jelenec a Kremnica. Ako zások a špičkovacie zdroje boli dieselové centrály v B. Bystrici, Ľubietovej a parná turbína v Podbrezovej. Neskôr vedenie rozšírili do B. Štiavnice, Hodruše a Lučenca. Plánované pripojenie Krupiny, Levíc a R. Soboty je vyznačené čiarkovane.



Kremnická elektrárenskú kaskádu využívajúca vodu z Turca cez banské diela až po hladinu Hrona cez 17 km dlhú dedičnú štôľňu.

V roku 1958 v Jaslovských Bohuniciach energetici stavajú prvú atómovú elektrárňu s výkonom 143 MW a v roku 1972 sa stavajú dva bloky V-1 s výkonom 2x440 MW a v osemdesiatich rokoch V-2 s výkonom ďalších 2x440 MW. Okrem menších vodných diel dominuje VE Liptovská Mara dokončená v roku 1976 s výkonom 210 MW a prečerpávací VE Čierny Váh (1982) s inštalovaným výkonom 6x110 MW. Elektrina sa stáva hlavnou energiou priemyslu, verejného života aj každej domácnosti. Posledná obec v stredoslovenskom kraji je elektrifikovaná v roku 1960. Konečné vyriešenie dodávky elektrickej energie priemyselnej časti Horehronia priniesla výstavba transformovne 220/110 kV v Medzibrode. Medzi najväčších veľkoodberateľov elektrickej energie na Pohroní v roku 1956 patria: ZSNP Žiar n/Hronom 489 tis. MWh, Smrečina Banská Bystrica 11 tis. MWh, Zlieváreň Hronec 10 tis. MWh, Biotika Slov. Ľupča 7 tis. MWh, RB Banská Štiavnica 6 tis. MWh, Strojárne Piesok 5 tis. MWh a Bučina Zvolen 5 tis. MWh. Medzi najväčších veľkoodberateľov elektrickej energie na Pohroní v roku 1986 patria ZSNP Žiar n/Hronom 1201 GWh, ŠŽ Podbrezová 142 GWh a cementárň Banská Bystrica 64 GWh. Na porovnanie železiareň v Podbrezovej vo svojich začiatkoch spotrebovala prevažne v nočných zmenách na osvetlenie len niekoľko kW elektrickej energie. Nástupom elektrických pohonov vzrástla jej spotreba na 6 MW z vlastných zdrojov a po elektrifikácii Slovenska neustále stúpala vďaka jej dodávke z verejnej siete. Zavedením elektrických oblúkových taviacich pecí rapídne narástla spotreba elektriny a po dostavbe plne elektrifikovaného závodu na 142 GWh. Medzi najväčších veľkoodberateľov elektrickej energie na Pohroní v roku 1986 sa stávajú ZSNP Žiar n/Hronom 1 201 GWh, ŠŽ Podbrezová 142 GWh a cementárň Banská Bystrica 64 GWh. Medzi najväčších veľkoodberateľov elektrickej energie na Pohroní v roku 1990 sa stávajú ZSNP Žiar n/Hronom 1 268 GWh, ŠŽ Podbrezová 157 GWh a cementárň Banská Bystrica 61 GWh. Cementárň nakoniec zaniká a v jej areáli vzniká predajný sektor.







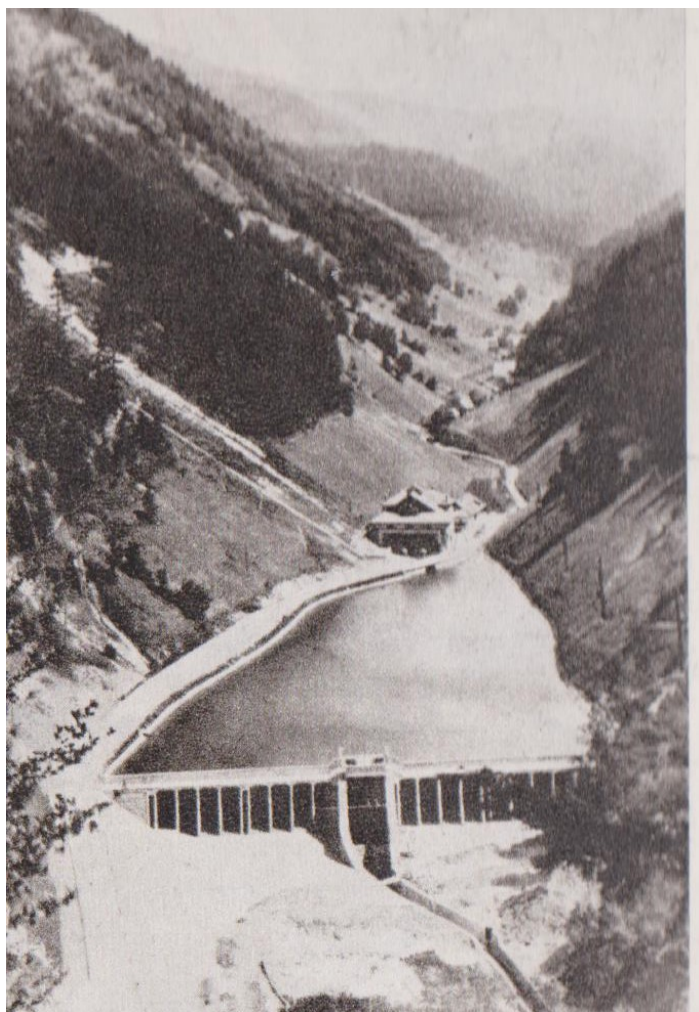


*Podzemná elektrárň v hĺbke 245 m postavená v roku 1912.*

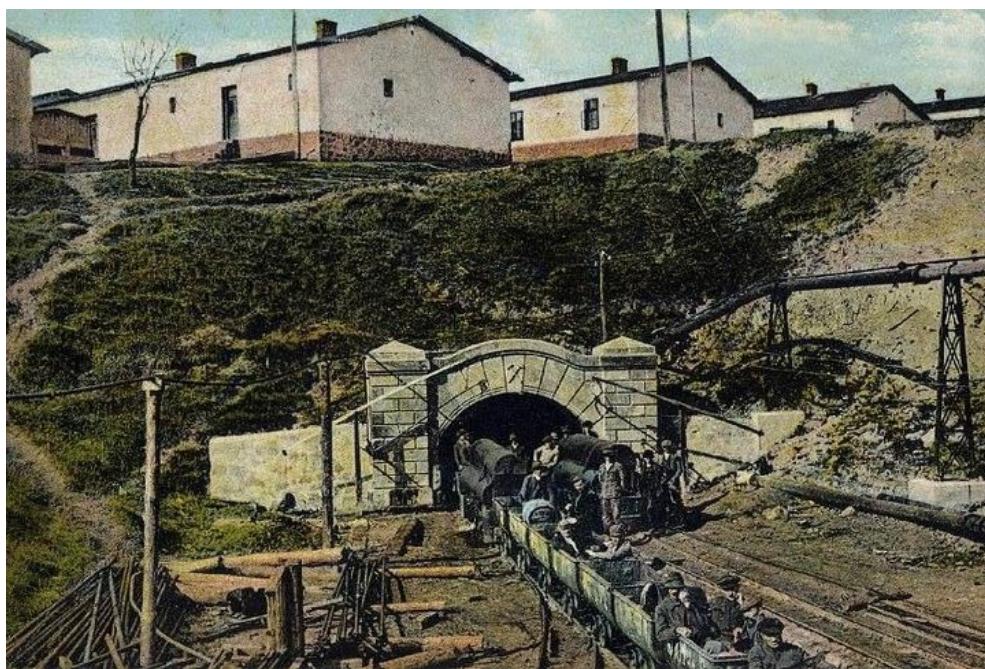


*Profil dedičnej štólne v 11 km.*



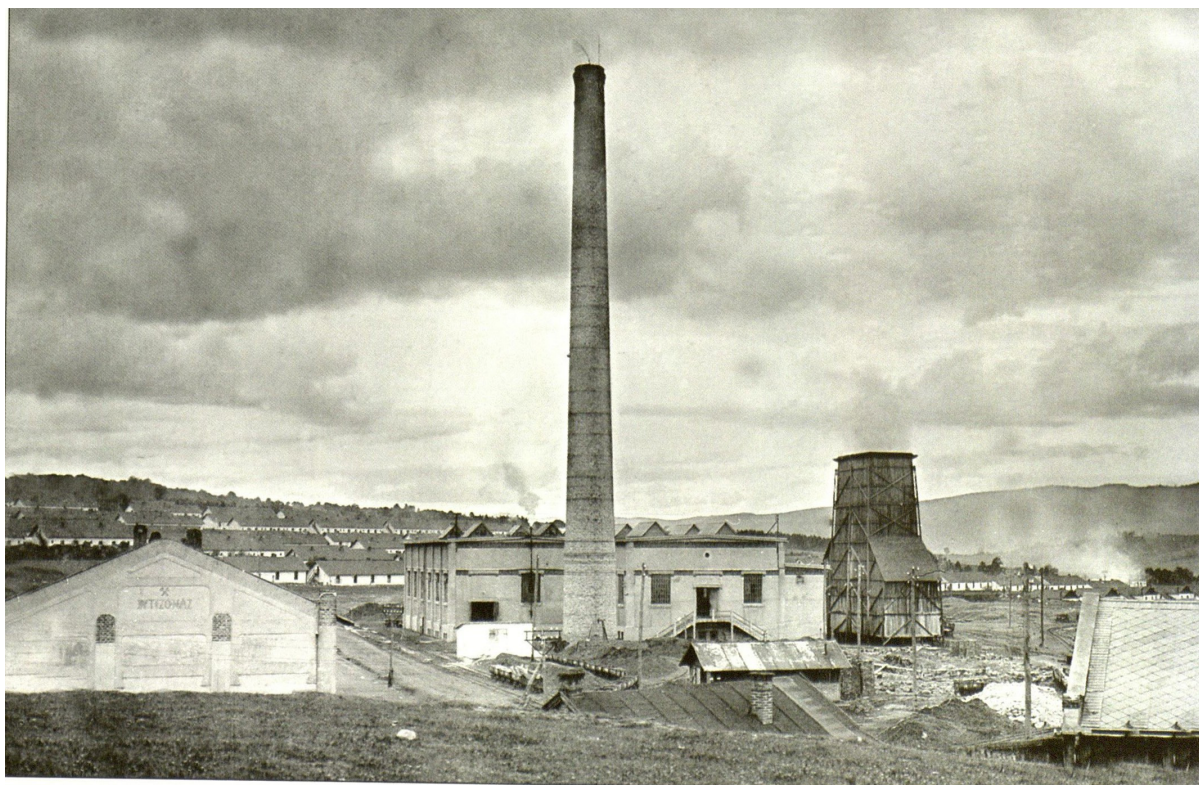


*Vodná nádrž v Jelenci s HC v pozadí. Voda pokračovala podzemným privádzačom na druhý stupeň HC Staré Hory.*

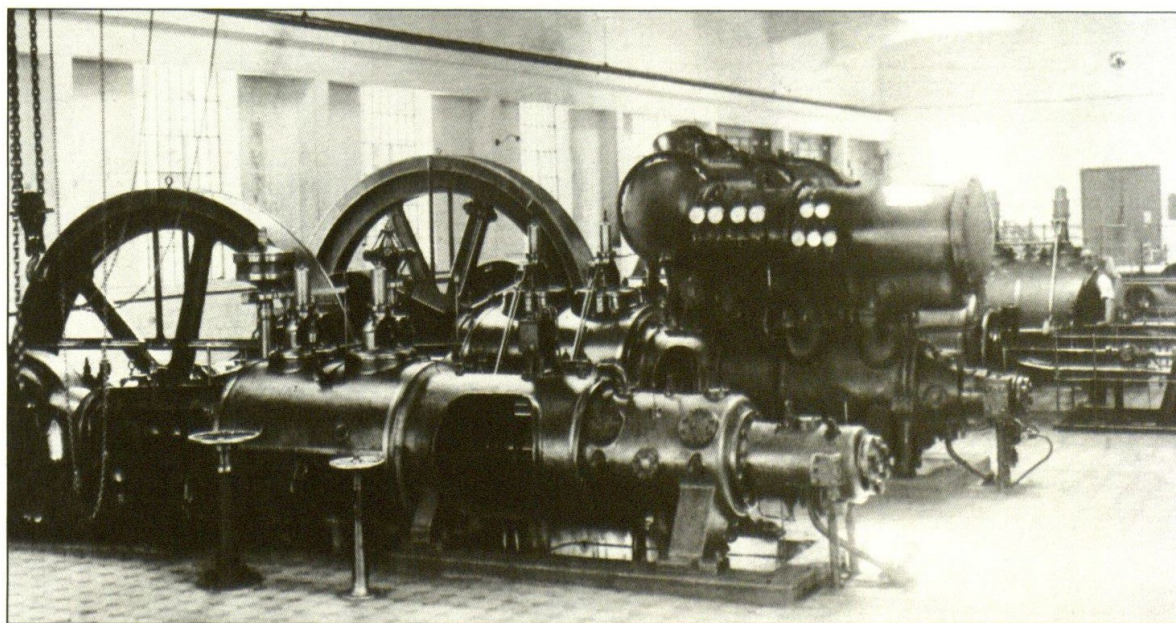


*Pod baníckou kolóniou fájajú baníci na svoje pracoviská. Dopravu zabezpečovali nevýbušné lokomotívy na stlačený vzduch.*



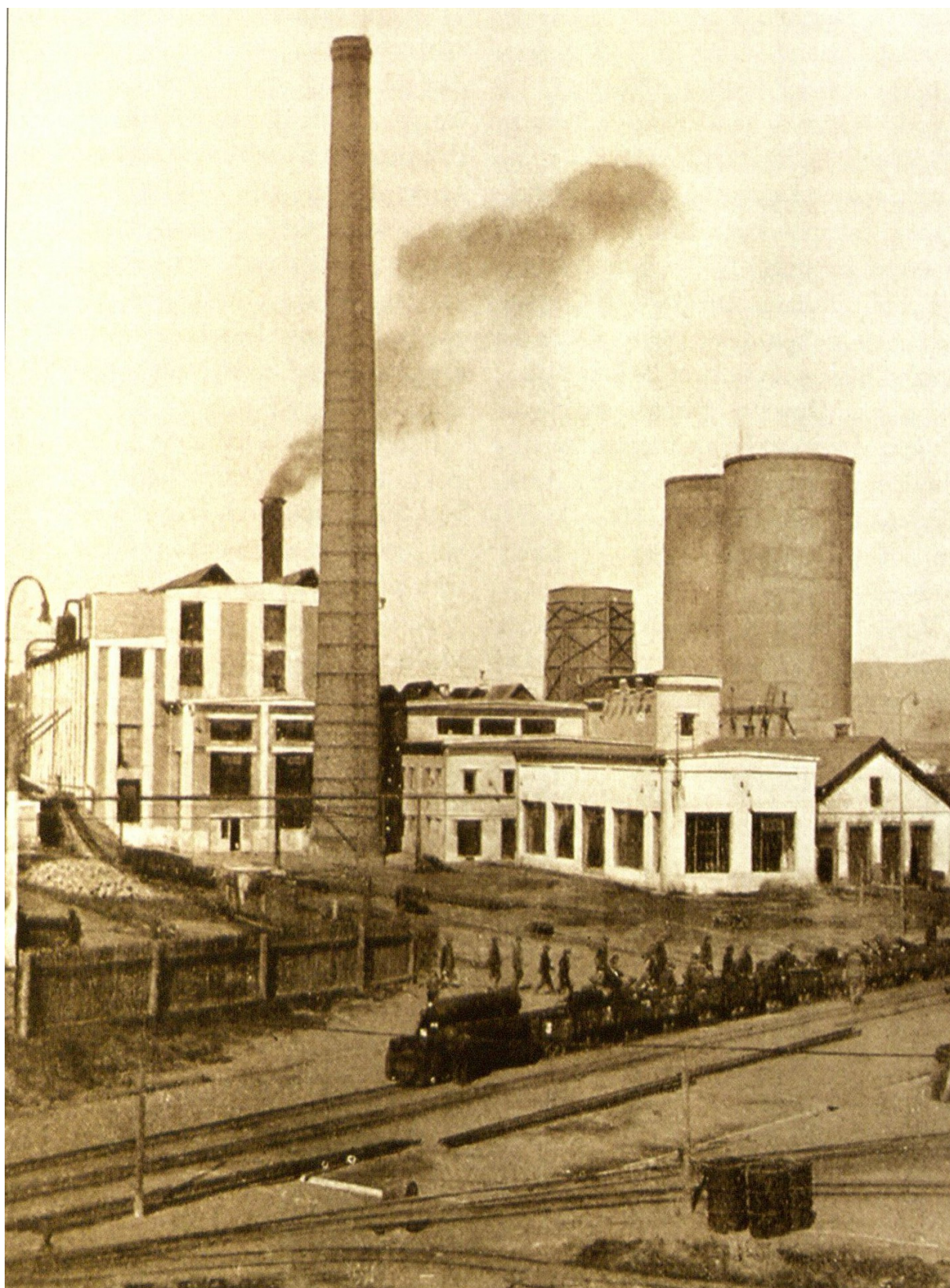


*Handlovská parná elektrárň v r.1920 spaľovala vyťažené uhlie.*



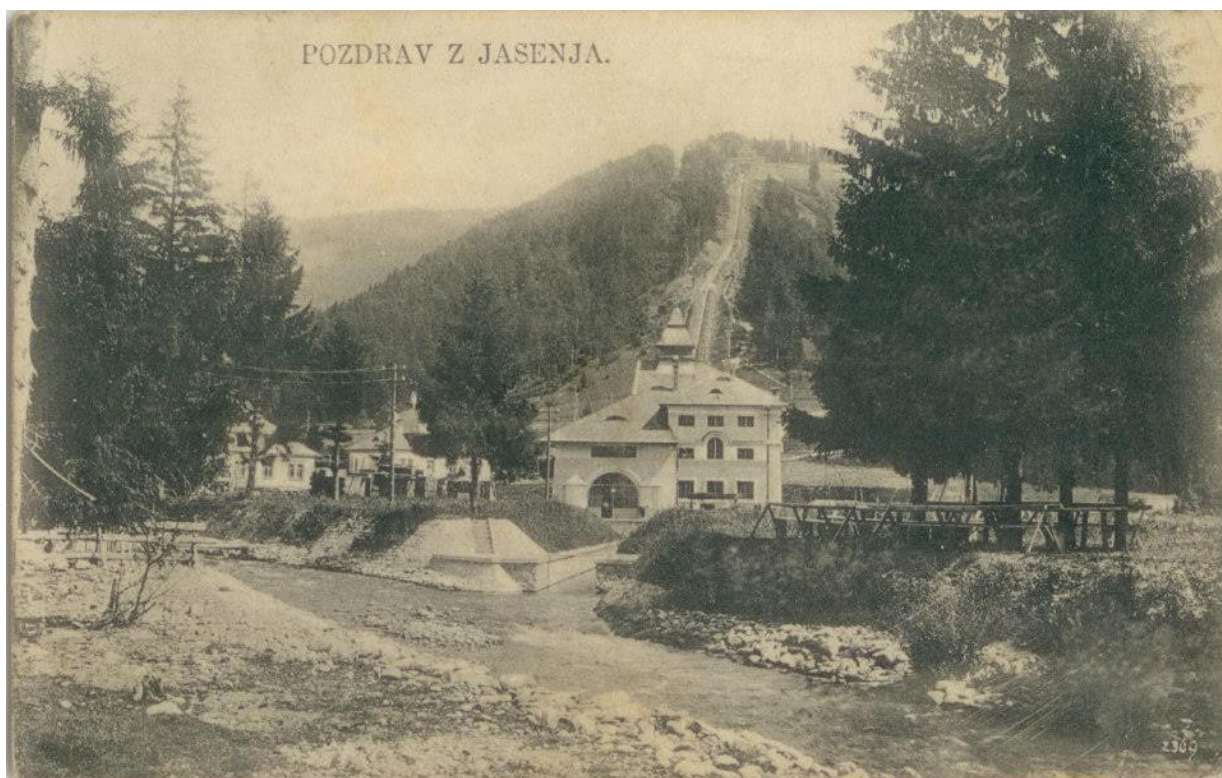
*Strojovňa parnej elektrárne v Handlovej*



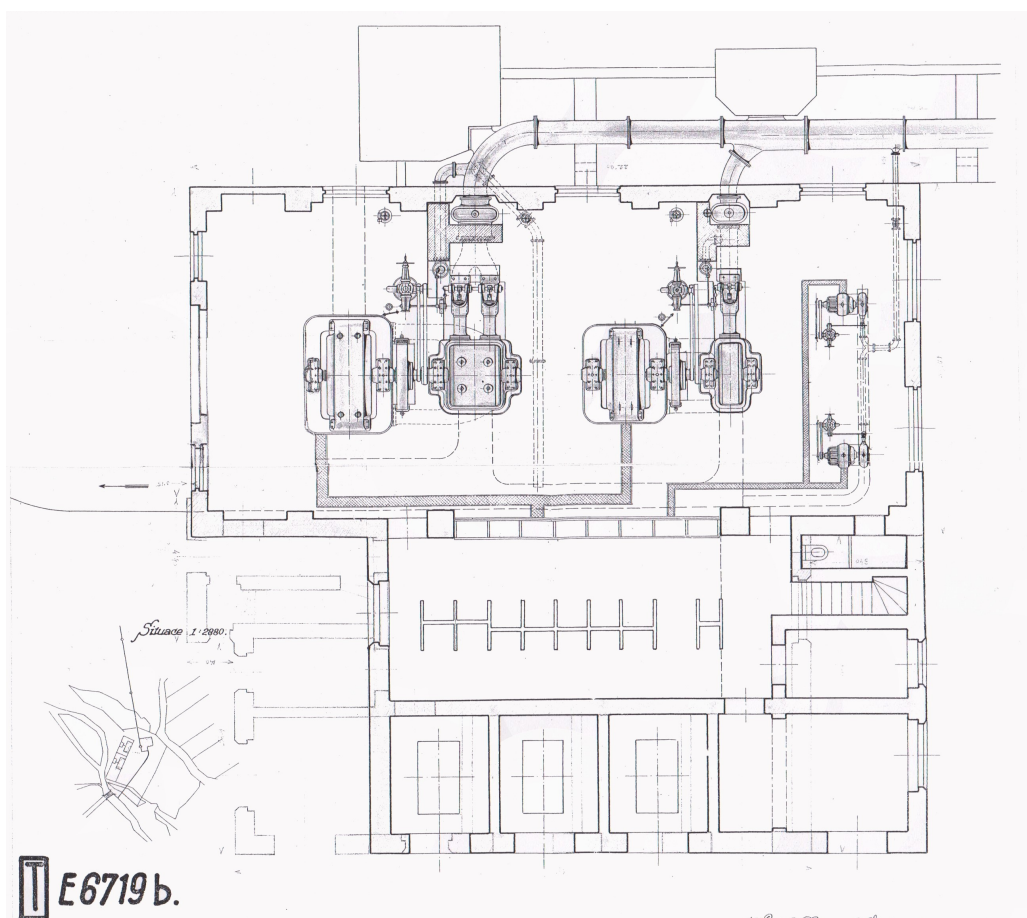


*Rozšírená parná elektráreň v Handlovej z r. 1932 sa stala jednou z hlavných výrobcov elektrickej energie v Stredoslovenskom kraj, neskôr v rámci celého Slovenska s výkonom 250 MW. Hnedé uhlie dodávali neďaleké hnedouhoľné bane na pozemkoch Pálfiovcov.*



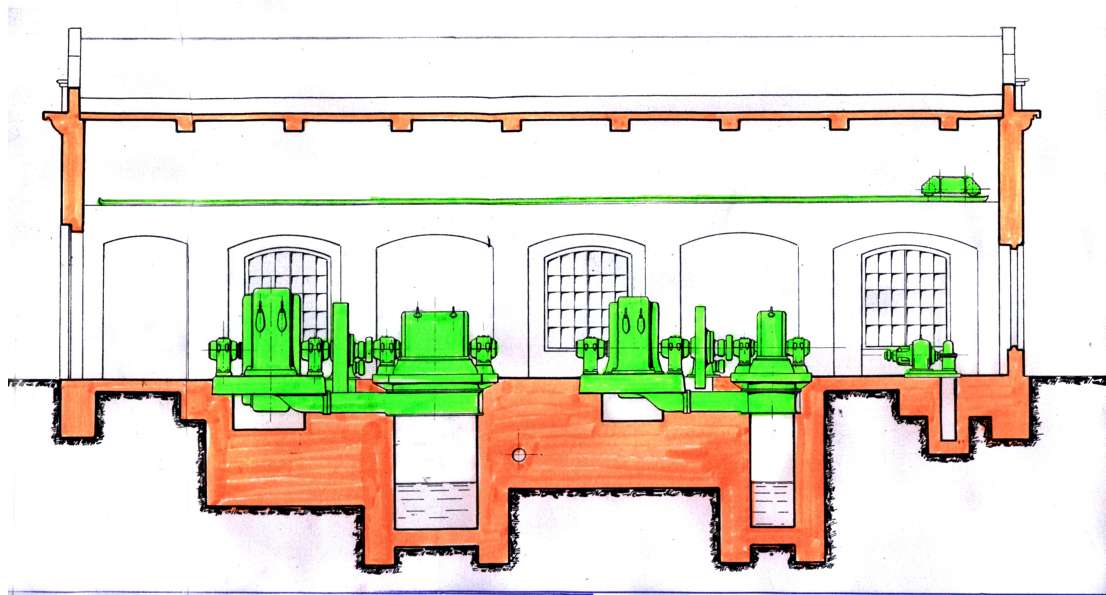
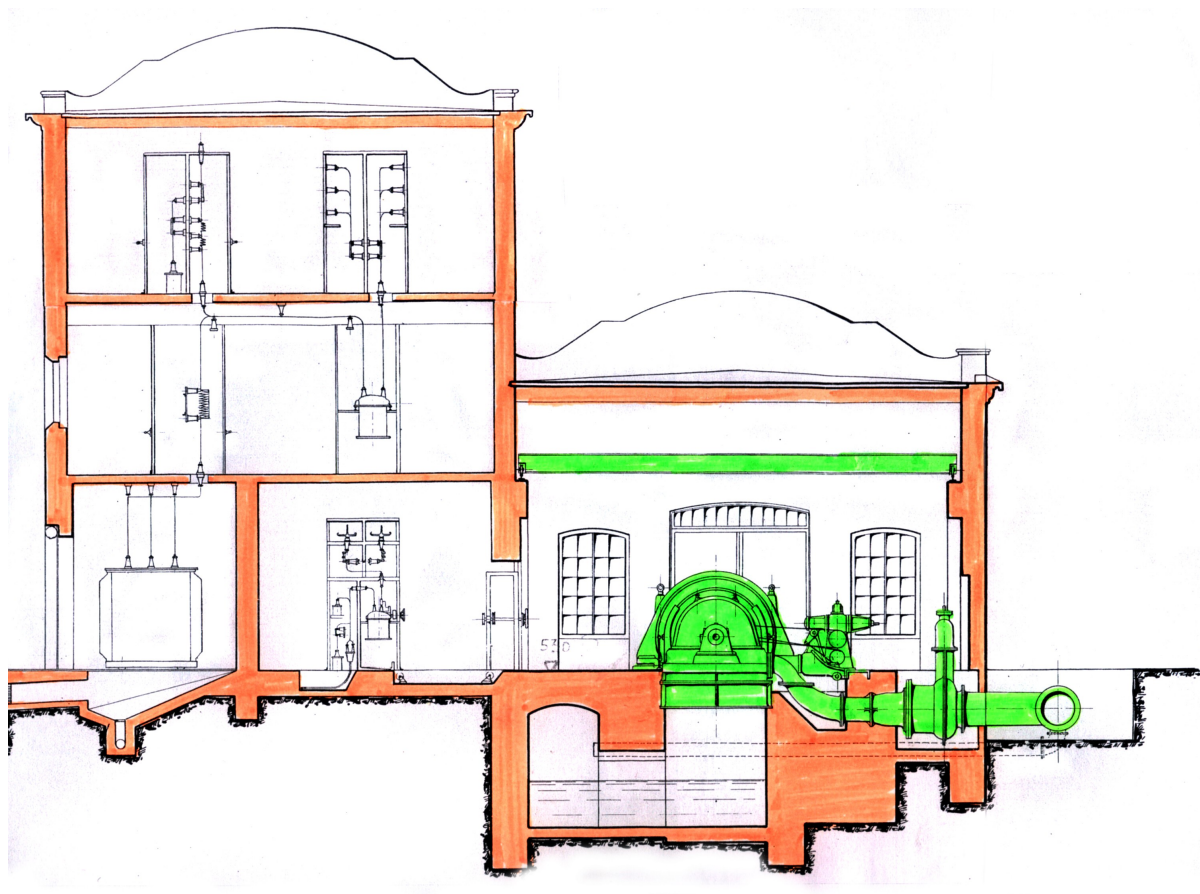


*Pohľad na vodnú elektráreň v Jasení s obytnými domami jej zamestnancov. Hore tlakové potrubie privádzača, uprostred budova elektrárne s odpadovým kanálom do potoka Jasenica.*

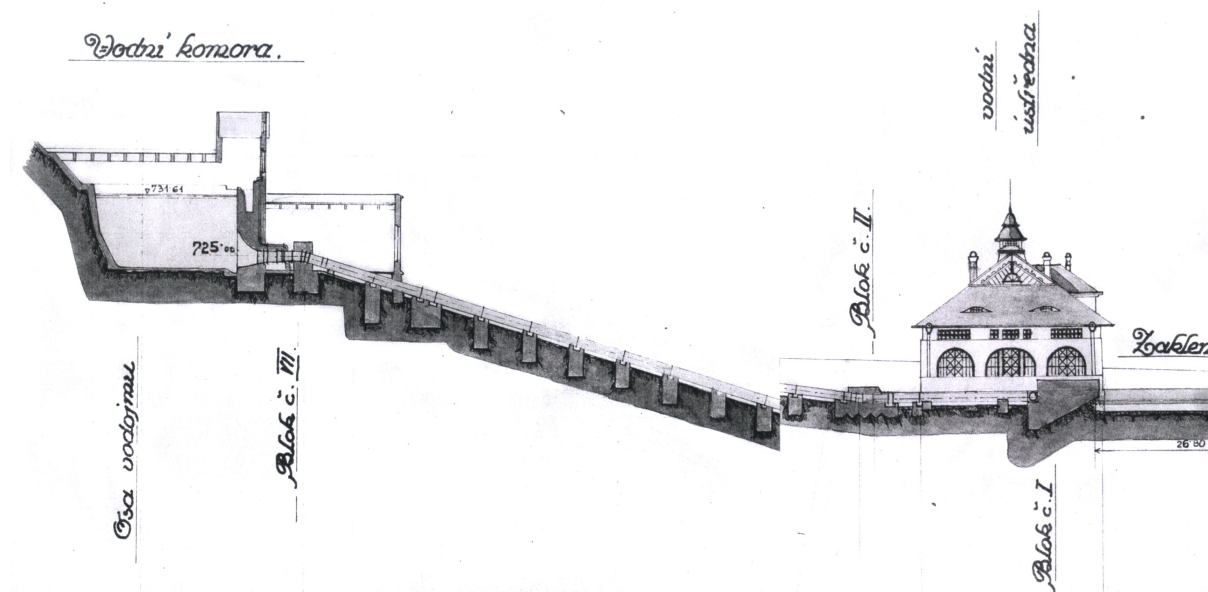


*Plán elektrárne s dvojicou hlavných peltonových turbín a dvojicou malých turbín vpravo.*





*Rez objektom elektrárne v Jasení s dvojicou hlavných Peltonových turbín (vľavo dvojčíta) a jednej pomocnej (vpravo). Pod turbínami sa nachádza odpadový vodný kanál.*

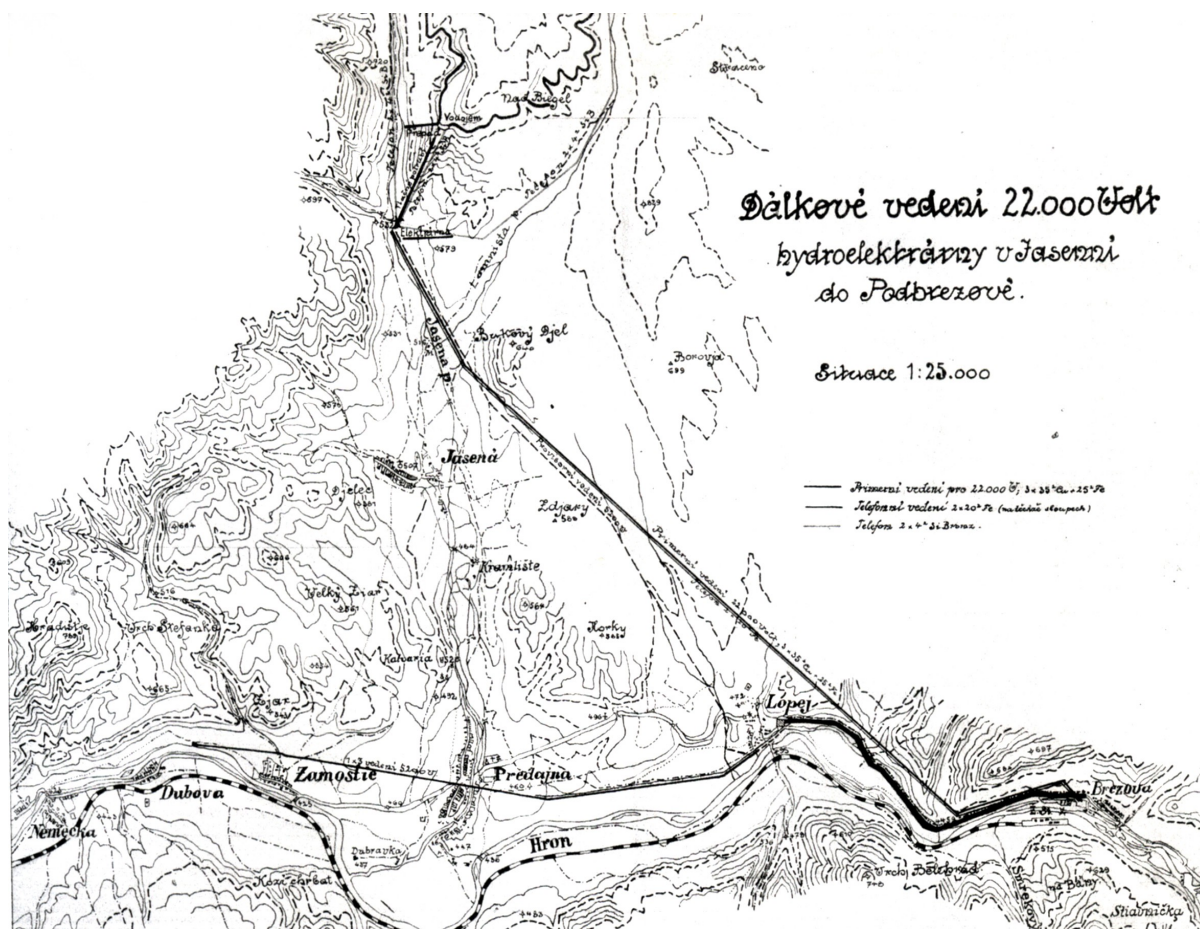


Rez vtokovým objektom (vľavo) a privádzačom do elektrárne (vpravo).

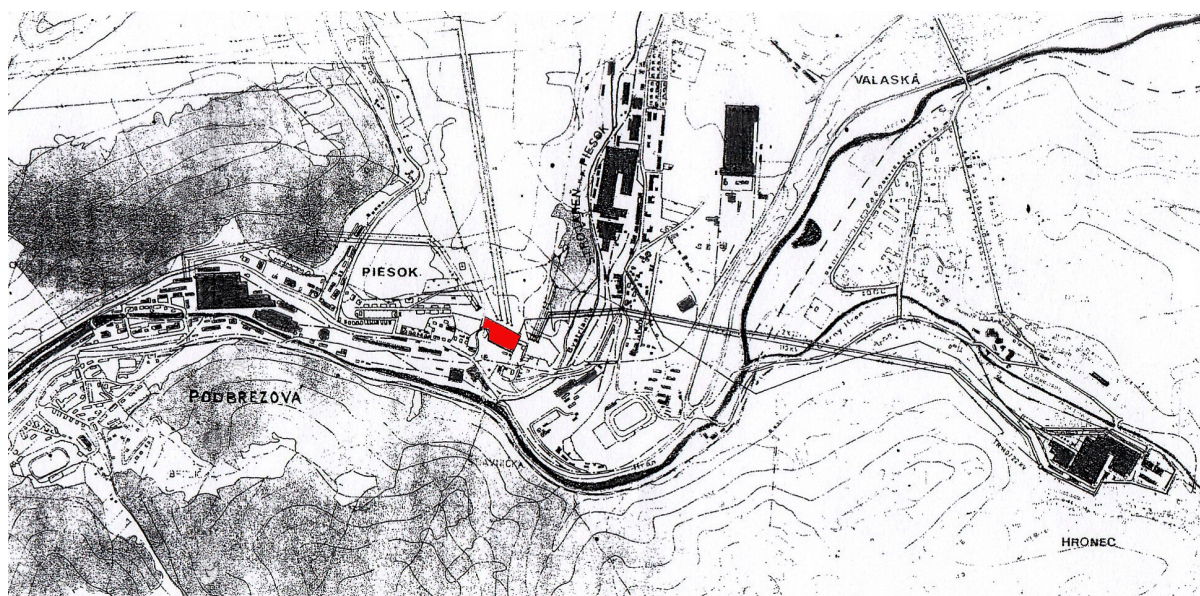


Súčasný pohľad na HC Jasenie a ocelové tlakové potrubie od horného privádzača.





Plán diaľkového elektrického vedenia 22kV spájajúceho HC Jasenie (hore), s HC Dubová (vľavo) a HC Lopej s rozvodňou a transformovňou v Podbrezovej (celkom vpravo dole).



Elektrické diaľkové vedenia a nová rozvodňa SSE v Podbrezovej (červená). vľavo Švermove železiarne Podbrezová, v strede Strojáreň Piesok, VT I Nový závod Švermových železiární, dole pri rozvodni pila Štiavnička n. p. Smrečina, vpravo Metalurgický závod Hronec.

## Pramene a použitá literatúra

- Alberty, J.: a kol. : Valaská 2002  
Alberty, J.: Ocelový chlieb z Podbrezovej 1968  
Bek J. : Atlas lokomotiv 1978  
Bergfest, A.: Baníctvo v Ľubietovej na železnú rudu 1951  
Binder, R.: Osadníci na Horehroní 1962  
Bolerázsky, V.: Historický zborník kraja IV., 1968  
Čillík I. : Potulky dejinami Starých Hôr 2017  
Frák, G.: Baníctvo v Železníku 1981  
Greschner, J. : 150 rokov Železiarní v Podbrezovej 1990  
Habovčiak A.: Stredoveká dedina na Slovensku 1980  
Hapák, P.: Dejiny železiarskeho priemyslu na Slovensku v r. 1848 – 1867,1962  
Herich, O.: Z histórie obce Sirk 2005  
Horehronské múzeum : Smaltovaný riad z Hronca 2008  
Hronček, P. a kol.: Bacúch 2009  
Hrušovský, A.: Stručné dejiny Poník a Ponickéj Huty 2014-12-15  
Kolektív. : Dejiny hutníctva železa . ČSAV, Praha 1986  
Kolektív, : II. vojenské mapovanie – Františkovo 1836-1852  
Kladivík, E. Ladziarsky, I.: Banské múzeum v prírode 1988  
Kmeť S.: Z histórie a súčasnosti Banskobystrického okresu 1989  
Kmeť, L.: Železničná trať Zvolen – Banská Bystrica 2003  
Kuba A. : Jak přišli koňe pod kapotu 1988  
Lacko R. : 100 rokov železničnej trate Podbrezová - Tisovec 1996  
Mlynka L. Haberlandová K. : Kultúrne krásy Slovenska , Technické pamiatky 2007  
Paulínyi, Á.: Železiarstvo na pohroní  
Slobodníková, : Dejiny farnosti Poniky 2008  
Stráňková J. Pechar J. Tisíciletý vývoj architektúry 1989  
Schrötter, J. a kol. : 175 rokov práce a boja piesočných strojárov 1963  
Stránsky, A.: Drevorubači na Čiernom Hrone 1969  
Šarudyová, M.: Topografia železiarní na Slovensku v 19. storočí 1989  
Turčan, T. a kol.: Železiarne Podbrezová 170 ročné 2010  
Zechenter, G.:Päťdesiat rokov slovenského života 1974  
Zemko, : Poniky 700 ročné  
Zsemley, O.: Tisovec – monografia železiarne a erárneho majetku 1904  
Žiak, V.: a kol.: 70 rokov Stredoslovenských energetických závodov 1993

ŠÚBA Banská Štiavnica

Archív Železiarne Podbrezová a. s.

Archív ZHL plus a. s.

Archív Milana Štéca

Fotoarchív Anny Nociarovej a podnikového múzea Železiarne Podbrezová a. s.

Internet archív Kristíny Zimanovej