



**SLOVENSKÉ  
ELEKTRÁRNE**



**TRENČÍN**



### VODNÁ ELEKTRÁREŇ [WATER POWER STATION]

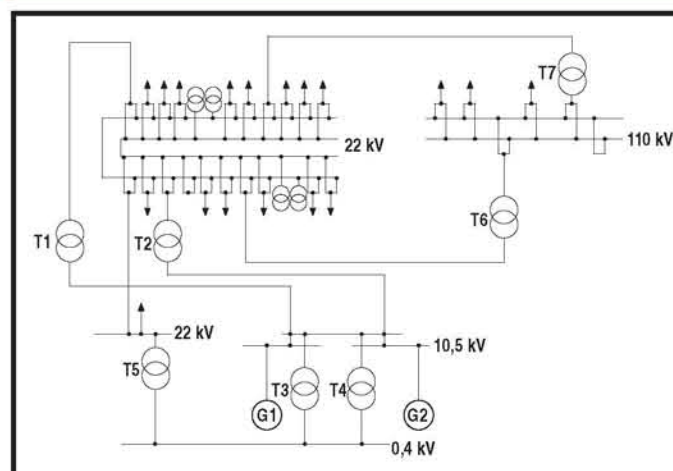
Druh	stredná, nízko tlaká, kanálová
(Type)	medium, low-pressure, channel
Horná prevádzková hladina max. - min. Bpv [m n.m.] (Upper operational level max. - min. Bpv [m a. s. l.])	219,94 - 218,34
Dolná prevádzková hladina max. - min. Bpv [m n.m.] (Lower operational level max. - min. Bpv [m a. s. l.])	208,09 - 205,62
Inštalovaný výkon/počet turboagregátov [MW/n] (Installed capacity / number of units [MW/n])	16,1/2
Projektovaná ročná výroba pre stredne vodnatý rok [MWh] (Designed annual output for medium water year [MWh])	85 000
Priemerná ročná výroba [MWh] (Average annual production [MWh])	86 252
Rok uvedenia do prevádzky (Year of commissioning)	1956
Spôsob prevádzky (Type of operation)	automatická turbínová automatic turbine

### TURBÍNA [TURBINE]

Typ/počet lopát obežného kola (Type / number of blades on impeller wheel)	Kaplan/4
Priemer obežného kola [mm] (Diameter of impeller wheel [mm])	3 800
Rozsah spádov [m] (Head maximum/ minimum [m])	13,85 - 10,35
Hĺtanosť [m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> ] (Absorption capacity / at overflow [m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> ])	90
Obrátky menovitá/priebežné [s <sup>-1</sup> ] (Nominal / consecutive operating speed [s <sup>-1</sup> ])	2,5/6,1

### HYDROALTERNÁTOR [HYDROELECTRIC ALTERNATOR]

Výkon činný/zdanlivý [MW/MVA] (Active / expected power [MW/MVA])	8,05/11,5
Napätie [kV] (Voltage [kV])	10,5 +- 5 %
Účinník cos φ (Power factor cos φ)	0,7



Vydali:

SLOVENSKÉ ELEKTRÁRNE, a.s.

Hraničná 12

827-36 Bratislava

www.seas.sk

Odborné podklady a foto:

Ing. E. Regula

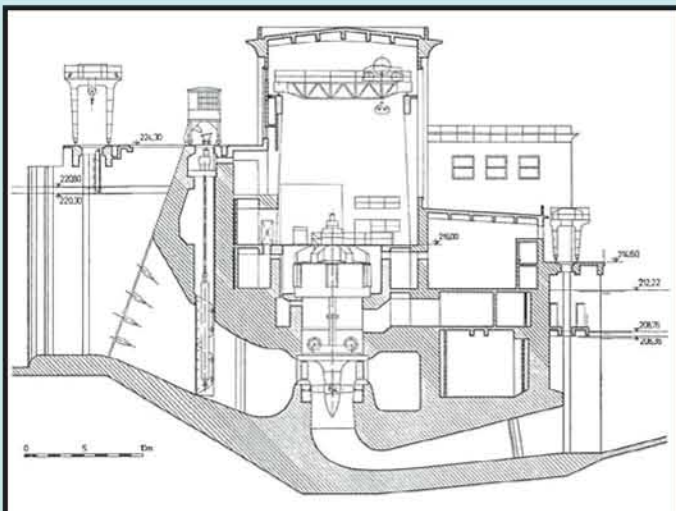
V roku:

2005

In development Base of Water Power Stations and thus all elements and the whole sets of automation were installed and tested on this water power station before their use in other water power stations, such as auto-operators of active and idle power, ultrasonic measuring of water levels, sequential automat, numerically controlled link between the turbine wheel and the impeller wheel, control and information system, etc. Presently, the Trenčín water power station is fully automatic water power station controlled from the Dispatching Center of Water Power Stations.

This water power station has a unique heating system of machinery room, workshops, adjacent building of water power station administration and cable canals – the only source of the heat is the heat pump using heated cooling water of the generators. This system has been serving reliably, with repairs and replacements of some parts, since the time the water power station started its operation. It results in considerable savings of energy consumption by the station itself – that is generally very low in water power stations – but on this water power station the total home consumption represents only 0.71 % of its production (including lighting of the outside area and powering areas for other activities) and standardized consumption only 0.28 % of production.

During the 50 years of operation, the units of the Trenčín water power station have been working altogether 598 thousand hours in turbine operation. In this time, it generated 4,280 GWh of electric power. Along with the low home consumption it represents an important asset for protection of environment, because if this electric power would not been produced by the water power station, it would not mean that the consumption in this country would be lower; the electric power would have to be produced in another, less environment friendly way. We can add to it also an important role the water power station plays in protection against the flooding, thus creating conditions for development of adjacent area, especially because this water power station is located directly within the urban area of the city of Trenčín. On this water power station as well as on the others, systematic maintenance and planned repairs are systematically performed which, along with the high level of care given to the technological equipment, gives all reasons to expect realistically that its life span may be even more than next 50 years since the present time.



## Vodná elektrárň Water Power Station TRENČÍN



VE Trenčín bola budovaná s časovým odstupom sedem rokov po uvedení do prevádzky VE Dubnica nad Váhom ako posledný stupeň prvej - najstaršej derivačnej kaskády vodných elektrární na Váhu. Po dokončení VE Ladce (v roku 1936), VE Ilava (1946) a VE Dubnica nad Váhom (1949) výstavba VE Trenčín predchádzala vybudovanie celej druhej derivačnej kaskády s VE Kostolná, VE Nové Mesto nad Váhom a VE Horná Streda najmä z toho dôvodu, že po roku 1939 bolo potrebné urýchlene získať náhradu za zastavené dodávky elektriny, ale aj energetického uhlia z Čiech. Zároveň sa využili skúsenosti z výstavby predchádzajúcich stupňov, ale hlavne s ich dimenzovaním, keď prvé inštalované elektrárne mali na postupne vzrastajúce požiadavky na dodávky elektrickej energie príliš malú hĺtnosť - len  $150 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . VE Trenčín (pôvodný názov bol VE Skal-ka) však už bola dimenzovaná rovnako ako nižšie položená kaskáda na hĺtnosť  $180 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  vody. To súvisí zároveň aj so vzrastajúcimi požiadavkami na dodávku elektriny v špičkovej časti denného diagramu zaťaženia, a tým s presunom prie-bežnej prevádzky VE na pološpičkovú až špičkovú.

Stavebná časť vodného diela Skal-ka sa začala budovať v roku 1952, keď sa uvoľnili stavebné kapacity z budovania VE Kostolná a VE Nové Mesto. Aplikovali sa pritom postupy overené na výstavbe predchádzajúcich VE, pričom sa zvolil operatívnejší spôsob dopravy materiálov nákladnými autami namiesto koľajovej dopravy na stavenisku, vyrobil nový svahový finišer na betónovanie plášťa svahov kanála a použilo stratené debnenie zo železobetónových obkladníc. Tým sa doba výstavby skrátila na štyri roky. Pri VE je vybudovaná aj plavebná komora ( $12 \times 85 \text{ m}$ ), ktorá však nie je vybavená technológiou a na dolnom zhlaví vrátami a používa sa len ako jalový výpusť. Kapacita všetkých jalových výpustov na tomto stupni je  $200 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  vody.

Kaskáda vodných elektrární medzi Púchovom a Trenčínom, ktorej posledným stupňom je VE Trenčín, však tvorí svojou hĺtnosťou úzke hrdlo na Váhu, pretože všetky ostatné, neskôr budované vodné elektrárne pod touto kaskádou, ale aj nad ňou, majú vyššiu hĺtnosť. Preto je v súčasnosti úlohou zvýšiť využiteľný prietok cez VE tejto kaskády aspoň na hodnotu hĺtnosti kaskády Nové Mesto, t. j. na  $180 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Tento proces začal rekonštrukciou VE Ladce, ktorá bola ukončená v roku 2001, pri ktorej bolo vymenené obežné koleso turbíny s minimalizáciou zásahov do stavebnej konštrukcie vodnej elektrárne a vylúčili sa zásahy do súčasného stavu derivačného kanála.

VE Trenčín je podľa noriem triedenia elektrární stredná, nízkotlaká, kanálová elektrárň s dvoma turboagregátmi s Kaplanovou turbínou a synchronnými hydroalternátormi. Inštalovaný výkon elektrárne je spolu  $16,1 \text{ MW}$ , projektovaná ročná výroba pre stredne vodnatý rok  $85\,000 \text{ MWh}$  a priemerná ročná výroba za posledných 30 rokov  $86\,252 \text{ MWh}$ . Inštalovaný turboagregát má štvoropatovú Kaplanovu turbínu s priemerom obežného kolesa  $3\,800 \text{ mm}$ . Jej hĺtnosť - maximálny prietok - je  $90 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a rozsah prevádzkových spádov  $13,85$  až  $10,35 \text{ m}$ . Generátor má maximálny výkon  $11,5 \text{ MVA}$ , menovité napätie  $10,5 \text{ kV}$  a účinník  $\cos \varphi = 0,7$ . Elektrárň má blokové usporiadanie s výkonom vyvedeným cez  $22 \text{ kV}$  rozvodňu, ktorá je prepojená s rozvodňou  $110 \text{ kV}$ . Veľká vnútorná kobková rozvodňa  $22 \text{ kV}$  zabezpečuje napájanie mnohých priemyselných podnikov v Trenčíne a samotného mesta Trenčín a aj prepojenie na susedné VE.

V dobe výstavby VE Trenčín ešte neboli tieto elektrárne automatizované, ale s postupom rozvoja zdrojov elektrickej energie a ich riadenia sa v rámci plánovaných akcií a opráv inštalovala najprv reléová automatika a tá bola neskôr vymenená za bezkontaktnú. Táto VE je však zaujímavá aj tým, že je najbližšie ležiacou VE pri sídle Nesamostatnej výskumno-vývojovej základne Vodných elektrární, preto na nej boli inštalované a odskúšané všetky prvky a celé súbory automatiky pred ich nasadením na ostatné VE, napr. autooperátory činného a jalového výkonu, ultrazvukové meranie hladín, sekvenčný automat, číslicové riadenie väzby rozvodného a obežného kolesa turbíny, riadiaci a informačný systém a iné. V súčasnosti je VE Trenčín plnoautomatickou VE s riadením z Dispečingu Vodných elektrární.

Ojedinelý je na tejto VE systém vykurovania strojovne, dielni, vedľajšej budovy správy VE a káblových kanálov, pretože jediným zdrojom tepla je tu tepelné čerpadlo s využitím oteplenej chladiacej vody generátorov. Tento systém s opravou a výmenou niektorých častí spoľahlivo slúži už od spustenia VE do prevádzky. Prináša to značné úspory na vlastnej spotrebe elektrárne, ktorá je



na vodných elektrárnach všeobecne veľmi nízka - na tejto VE tvorí celkovú vlastnú spotrebu len  $0,71 \%$  výroby (vrátane osvetlenia vonkajších priestorov a napájania priestorov pre ostatné činnosti) a normovaná dokonca len  $0,28 \%$  výroby.

Za 50 rokov prevádzky opracovali turboagregáty VE Trenčín spolu  $598$ -tisíc hodín v turbínovej prevádzke a vyrobili pritom  $4\,280 \text{ GWh}$  elektrickej energie. Spolu s nízkou vlastnou spotre-

bou to znamená veľký prínos k ochrane životného prostredia, pretože keby sa táto elektrická energia nevyrobila vo vodnej elektrárni, neznamená to, že by sa jej u nás o to menej spotrebovalo, len by sa musela vyrobiť iným, ekologicky menej tolerantným spôsobom. K tomu ešte pristupuje významná účasť VE na riešení ochrany pred povodňami, a tým vytvorenie podmienok na rozvoj príslušného územia najmä preto, že táto VE je umiestnená priamo v intraviláne mesta Trenčín. Na tejto VE sa rovnako ako na ostatných dôsledne uplatňuje systematická údržba a plánované opravy, čo spolu s vysokou úrovňou starostlivosti o technologické zariadenie dáva reálny predpoklad jej životnosti aj viac ako ďalších 50 rokov.



The Trenčín water power station was built seven years after the Dubnica nad Váhom water power station started its operation and was the last stage of the first - and the oldest derived cascade of water power stations on the Váh River. After completing water power stations at Ladce (1936), Ilava (1946) and Dubnica nad Váhom (1949) and before constructing the Trenčín water power station, the whole second derived cascade of water power stations including water power stations at Kostolná, Nové Mesto nad Váhom and Horná Streda was built as soon as possible mainly because the need to get compensation for discontinued electricity supplies as well as energetic coal from the Czech Republic. Hereby, experiences from the construction of previous grades were used, mainly as far as the dimensioning was concerned, as the first installed power stations had, in comparison with the growing requirements on the electricity supplies, very low absorption capacity - only  $150 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Thus the Trenčín power station (original name was the Skal-ka power station) was already dimensioned for the same absorption capacity as the cascade located downstream the river, that is  $180 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . That was related also to growing demands on electricity supplies during the peaks in the daily electric system load diagram, and thus to the transfer from continuous operation of the water power station to semi-peak or even peak performance.

Construction part of the Skal-ka water power station was launched in 1952, when construction capacities from the construction of the Kostolná water power station and the Nové Mesto water power station became available. Procedures

tested during the construction of previous water power stations were applied, while more flexible method of transportation by trucks instead of railways was selected. Also a new slope finisher for making concrete shell on the channel slopes was made, and the sacrificial formwork from reinforced concrete panels was used. By these measures, the construction period was shortened to four years. At the water power station, also a lock chamber was built ( $12 \times 85 \text{ m}$ ). However, it is not equipped with the technology and with the gates on the lower head therefore it is used only as a idle water outlet. Capacity of all idle water outlets on this stage is  $200 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  of water.

Yet, the cascade of water power stations between Púchov and Trenčín, with the Trenčín water power station as its last stage, creates a bottle neck on the Váh River due to its absorption capacity; all other, later constructed water power stations downstream from this cascade, but also up stream from it, have higher absorption capacity. Therefore the present task that should be solved is to increase usable flow capacity through the water power stations of this cascade at least on the level of the Nové Mesto cascade, i.e. to  $180 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . This process was started with reconstruction of the Ladce water power station that was completed in 2001, after which the impeller wheel of the turbine was replaced, while minimizing the interference with the building construction of the water power station and excluding interference with the present status of the derivation channel.

According to the standards of power station classification, the Trenčín water power station is a medium size, low pressure, channel power station with two units equipped by Kaplan turbines and synchronous hydro-alternators. The water power station's installed capacity is  $16,1 \text{ MW}$  in total and its designed annual production of electrical energy for medium water year is  $85,000 \text{ MWh}$ , while the average annual production during the last 30 years is  $86,252 \text{ MWh}$ . Installed



unit has a four-blade Kaplan turbine with the diameter of the impeller wheel  $3800 \text{ mm}$ . Its water absorption - maximum flow - is  $90 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  and operational extension of the head between  $13,85$  and  $10,35 \text{ m}$ . Maximum power output of the generator is  $11,5 \text{ MVA}$ , a nominal voltage  $10,5 \text{ kV}$  and the power factor  $\cos \varphi = 0,7$ . The power station has a block arrangement with its output led out through the  $22 \text{ kV}$  switchgear that is connected to the  $110 \text{ kV}$  switch-

gear. The big inner cubicle-type switchgear of  $22 \text{ kV}$  provides power supplies for many industrial plants in Trenčín and for the city of Trenčín itself, as well as interconnection with neighbouring water power stations.

During the construction of the Trenčín water power station, power stations of this type were not yet automated. But as the electric power sources and their control were being improved, in time of planned actions and repairs the relay automation was installed as a first step. This system was later replaced by the contactless automation. This water power station is also interesting because it is the nearest water power station to the seat of Dependent Research and