

# Rakouské železnice závislé trakce

Ing. Václav Křepelka, Ph.D.

Naši jižní sousedé spolu s železnicemi Německa, Švýcarska a dále Norska se Švédskem provozují již více než 80 let pro nás nezvyklou soustavu 15 kV snížené frekvence 16,7 Hz, i v myšlení autora doposud mylně považovanou za technicky překonanou. Tyto představy zcela vyvrátily pro mne naprosto převratné poznatky, se kterými jsem se seznámil během dovolené ve Vysokých Taurách poblíž Zell am See.

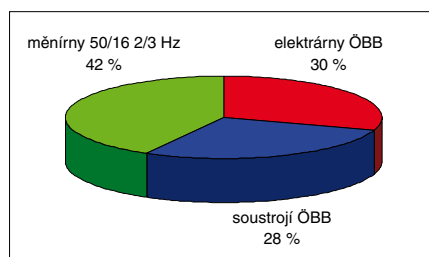
## Historie

První funkční elektrickou lokomotivu či spíše poutovou atrakci předvedl Werner von Siemens na Světové výstavě v Berlíně už roku 1879. To již probíhal útok tunelářů na alpskou bariéru – jenom namátkou uvedme tunely tehdy neslychané délky jako Mont Cenis spojující francouzské Savojsko s italským Piemontem, potom Svatý Gotthard a Simplon ve Švýcarsku, následně také Arlbergtunnel a Tauernntunnel v Rakousku. Výrazně výhodnější trakční vlastnosti elektrických hnacích vozidel byly zřejmě od samého počátku a když se k tomu připočetlo několik tragédií udušených posádek prvních zkušebních lokomotiv, zejména na Svatogotthardské dráze, bylo rozhodnuto. Příznivé vlastnosti a trakční charakteristiky sériově buzeného stejnosměrného motoru byly sice nespochybnitelné; na druhé straně právě obtížně dostupná alpská údolí v nejvyšších polohách vybízela projektanty k využití vyššího napětí přesně podle myšlenek Nikoly Tesly, tedy přirozeně proudu střídavého. Konstrukteři motorů byli tehdy schopni postavit střídavé komutátorové motory, ovšem s potřebným rozsahem regulace pouze na nízké frekvenci, nejprve 15 Hz. Protože právě alpské země – Rakousko a Švýcarsko, disponovaly nadbytečným energetickým potenciálem, napájení bylo od počátku řešeno vlastními nezávislými elektrárnami bez jakékoliv vazby na veřejné síť. Teprve později, z důvodu nezbytné spolupráce s veřejnými sítěmi průmyslové frekvence 50 Hz, byla snížena frekvence 15 Hz zvýšena na přesnou třetinu frekvence průmyslové, tj. na 16 2/3 Hz. V roce 1997, zjevně díky přechodu z rotačních soustrojí na nyní výhradně elektronickou konverzi, byla tato frekvence zvýšena na současných 16,7 Hz.

## Stručná historie elektrizace železnic v Rakousku

Počátky všeobecné elektrizace v Rakousku spadají již do roku 1905, kdy v rámci elektrizačního konceptu platného pro celou monarchii byly vytvářeny první elektrizační záměry. V roce 1912 byla uvedena do provozu první elektrárna pro napájení železnice v tyrolském Rützu, která zajišťovala napájení dráhy Karwendelbahn severně od Innsbrucku. V roce 1914 bylo vydáno v souladu s vodním zákonem povolení k výstavbě elektrárny a do zákona vtěleno právo císařských a královských státních drah na využití vodní ener-

gie, mj. v údolí Stubachtal, což je souběžné sousedící údolí s velmi známým údolím Kaprunským. A od té doby se datuje postupný dlouhodobý rozvoj a průběžná modernizace vlastního napájecího systému rakous-



Podíl na dodané trakční energii

kých drah. Další rozvoj lze popsat následovně (údaje o současném stavu včetně roků uvádění do provozu jsou v tab. 1, tab. 2 a tab. 3):

- 1923 – rozšíření elektrárny v Rützu (později Schönberg),
- 1925 – elektrárna Spullersee (Vorarlberg) a její propojení do soustavy s elektrárnou Rützu,
- 1926 – ukončení elektrizace Arlberské trati z Bregenzu do Innsbrucku,
- 1929 – trolejové vedení dosáhlo Salzburg,
- 1929 – elektrárna Mallnitz – Korutany,
- 1929 – vzájemné propojení drážních elektráren soustavou vedení vvn 55 kV,
- 1940 – paralelní provoz s Německými říšskými drahami,
- 1941 – náhrada jednoduchých vypínačů novými moderními výkonovými odpojovači,
- 1943 – elektrárna Obervellach nahradila elektrárnu Mallnitz,
- postupné zvýšení napětí vvn vedení z 55 na 110 kV,
- 1967 – zvýšení instalovaného výkonu elektrárny Enzgerboden na 80 MW,
- 1974 – dostavěna přehrada Tauernmoosse,
- 1980 – instalace drážního soustrojí do elektrárny na Drávě v Annabručku (Korutany),

- 1983 – elektrárna Fulpmes náhradou za Schönberg (u Brennerské dráhy),
- 1991 – dvě nová soustrojí v elektrárně Uttendorf s vlastním vysokotlakovým potrubním přiváděčem.

## Energetické zajištění elektrické trakce ÖBB v současnosti

Hospodaření s energiemi má v kompetenci samostatné odvětví ÖBB – Geschäftsbereich Kraftwerke se sídlem v Innsbrucku. Kromě kompletní péče o vlastní energetickou soustavu a napájení trakčního vedení elektrizovaných drah zajišťuje veškeré dodávky ostatních energií, tj. tepla i plynu, a rovněž nyní vstupuje jako samostatný hráč na liberalizovaný trh energií. Tyto informace lze nalézt na serveru [www.oebb.at/infrastruktur/de/](http://www.oebb.at/infrastruktur/de/) samozřejmě dostupného z hlavního serveru ÖBB [www.oebb.at](http://www.oebb.at), který je přirozeně zase k nalezení mezi odkazy na [www.cd.cz](http://www.cd.cz).

Protože vlastní vodní elektrárny bylo nutné v souvislosti se vzrůstající spotřebou podpořit dalšími zdroji, bylo překročeno k výstavbě měničových stanic s úhrnným instalovaným výkonem 375 MW, které umožňují i vratný přenos energie (tab. 3).

V současnosti měničové stanice pokrývají podle údajů základní spotřebu v rozsahu 42 %. Protože obecně železnice je z hlediska energetické sítě ten nejnevýhodnější odběratel – zejména v ranní a podvečerní špičce v pracovních dnech, je odběrový diagram velmi nevyrovnaný. Navíc charakter převážné většiny rakouských tratí je horský. Pět z těchto tratí jsou potom tratě magistralní s velmi hustým provozem a těžkými stoupáními. Jsou to jmenovitě traťové úseky mezi:

- Gloggnitz a Mürzzuschlag přes Semmering,
- Tauernbahn mezi Bischofshofenem a Mallnitz (s možností kyvadlové přepravy silničních vozidel),
- Brennerbahn z Innsbrucku na Brennerský průsmyk,
- Arlbergbahn z Innsbrucku do Bregenzu/ Buchsu,
- Pyhrnbahn z Linze do Leobenu.

Energetické špičky ze zátěže při průvozu těžkých vlaků po těchto tratích navíc v kumulaci s ranní a odpolední špičkou způsobené předměstskou dopravou okolo větších měst jsou operativně kryty právě vodními elektrárnami. Vodní elektrárny obecně mají dobu přifázování v řádu minut a vysokotlaké elektrárny s Peltonovými turbinami potom opravdu v desítkách sekund. Celý systém je nyní centrálně řízen ze zcela nového dispečinku v Innsbrucku.

ÖBB tak zřejmě mohou sjednávat s energetickými podniky výhodné smlouvy o prů-

Tab. 1. Vlastní elektrárny ÖBB

Elektrárna	Spolková země	Počet soustrojí	Spád (m)	Instalovaný výkon (MW)	Roční výroba energie (GW·h)	Rok uvedení do provozu
Spullersee	Tyroly	3	810	36	45	1925
Braz	Vorarlberg	3	304	26	105	1953
Fulpmes	Tyroly	2	181	16	70	1983
Enzigerboden	Salzburg	4	540	80	130	1929/1967
Schneiderau	Salzburg	3	420	35	100	1941/1962
Uttendorf I a II	Salzburg	3	230/664	93	100	1950/1991
Obervellach	Korutany	3	323	16	75	1929/1943
			<b>Úhrnem</b>	<b>302</b>	<b>625</b>	

Tab. 2. Soustrojí ÖBB instalovaná ve vodních elektrárnách veřejných sítí

Elektrárna – ve vlastnictví	Spolková země	Počet soustrojí	Instalovaný výkon (MW)	Roční výroba energie (GW·h)	Rok uvedení do provozu
St. Pantaleon – EKW	Dolní Rakousko	1	27	150	1964
Weyer – EKW	Horní Rakousko	1	19	110	1969
Annabrücke – ÖDK	Korutany	1	46	225	1980
Steeg – OKA	Horní Rakousko	2	3	9	1924
		<b>Úhrnem</b>	<b>110</b>	<b>534</b>	

Tab. 3. Měničny 50 Hz/16,7 Hz

Měnična	Spolková země	Počet měničů	Instalovaný výkon (MW)	Roční výroba energie (GW·h)	Rok uvedení do provozu
Ötztal za Innsbruckem	Tyroly	2	60	240	1995
St. Michael u Leobenu	Štýrsko	3	75	75	1974
Bergern u Melku	Dolní Rakousko	2	60	60	1983
Auhof	Vídeň	3	90	360	2000
Kledering	Vídeň	3	90	360	1991
		<b>Úhrnem</b>	<b>375</b>	<b>1095</b>	

běžných dodávkách elektrické energie takřka konstantního výkonu, zatímco draze zpoplatňované špičkové dodávky jsou schopny krýt z vlastních elektráren špičkového charakteru, byť to představuje „jen“ 30 % vlastní spotřeby.

Další výhodou je úplné propojení s napájecími soustavami švýcarských (SBB/CFF/FSS) a německých (DB) železnic. Těsná spolupráce dispečinků umožňuje operativní oboustrannou výpomoc, výměnu energie podle okamžité potřeby a samozřejmě zálohování v případě poruch a výpadků.

### Soustava Stubachtal

Nejedná se jenom o jednu viditelnou přehradu, ale o celý systém propojený štolami a tlakovým potrubím. Vedle výkonné čtyřsadačkové lanovky vedoucí z Enzigerboden přes mezistanici Grünsee k Rudolfshütte vede jiná kabínová lanovka opět s logem ÖBB ve dvou úsecích přes přehradu Tauernmoossee jiným směrem opět k Rudolfshütte. Zde se nachází velice zajímavé informační středisko s názvem ÖBB Bahnstrom, jehož návštěvu lze při volném vstupu jenom doporučit. Tak výrazně nepřehlédnutelná přehrada s nezvykle tvarovanou a na první pohled nikterak vysokou tíhovou hrází využívající vhodně tvarovaného terénu a mohutnou morénu vytváří opravdu velké jezero. Tato hráz je svou délkou 1 100 m nejdelší přehradní hrází v Evropě. Přehrada není tak starého data – postavena byla v roce 1974. Její současný objem 21 mil. m<sup>3</sup> sbírá vodu z plochy 91 km<sup>2</sup> vysokohorského ledovcového terénu nejvyšší rakouské horské skupiny okolo Grossglockneru. V sou-

časnosti je ukončena příprava dalších stavebních záměrů, jejichž dokončení je plánováno v roce 2013 a které tuto kapacitu mají více než zdvojnásobit až na 55 mil. m<sup>3</sup>!

První elektrárna Stubach I – nyní Enzigerboden, ovšem byla zprovozněna již v roce 1926, Schneiderau v roce 1942 a údolní Uttendorf v roce 1950. Soustava tlakových štol a potrubí, která jsou místy zřetelně vidět ze serpentín stoupající horské silnice, byla postupně rozšiřována, a tak byl neustále zvyšován výkon celé elektrárenské skupiny současně se zajištěním co největšího množství vody z tajících ledovců. Soustava Stubachtal tří spolupracujících elektráren představuje nejmočnější energetický zdroj energetického hospodářství ÖBB s instalovaným výkonem v současnosti 208 MW. Dokáže krýt z 50 % špičkovou spotřebu celé rakouské železniční sítě.

### Závěr

V srpnu 2003 došlo k onomu opakovanému newyorskému blackout. V současné době až nekritického zbožštění neviditelné ruky trhu se skloňováním pojmů jako obchodní případ, rychlá návratnost investic a neustálé snižování vlastních nákladů na úkor společlivosti a zálohování všech článků (nejen) energetických soustav mi nemohly neuniknout promyšlená a generacemi uskutečňovaná řešení právě s ohledem na dlouhodobé, v řádu desítek let dostavující se příznivé výsledky a v neposlední řadě také s ohledem na ekologii. Přece jenom státní monopol může být také občas k něčemu dobrý. ☒

Slovenská technická univerzita v Bratislave,  
Zváz slovenských vedecko-technických spoločností,  
Národné centrum pre výskum  
a aplikácie obnoviteľných zdrojov energie,  
Slovenský výbor Svetovej energetickej rady  
organizujú **medzinárodné vedecké podujatie**

# ENERGETIKA 2010

„Energia pre všetkých“

**Tatranské Matliare**  
18. - 20. máj 2010

Medzinárodné vedecké podujatie  
ENERGETIKA 2010 zastrešuje  
tri medzinárodné vedecké konferencie:  
Energetika-Ekológia-Ekonomika 2010,  
Riadenie v energetike 2010 a  
Obnoviteľné zdroje energie 2010.



9. medzinárodná vedecká  
konferencia EEE 2010  
**Energetika - Ekológia - Ekonomika**



9. medzinárodná vedecká  
konferencia CPS 2010  
**Riadenie v energetike**  
(Control of Power Systems)



1. medzinárodná vedecká  
konferencia OZE 2010  
**Obnoviteľné zdroje energie**

Hlavným cieľom podujatia je nadviazanie a  
prehĺbenie spolupráce, ako aj výmena informácií  
a skúseností medzi odborníkmi na energetiku z  
praxe, univerzít a výskumných pracovísk zo  
Slovenska i zo zahraničia. Podujatie má prispieť  
formou prednášok, prezentácií a diskusií k  
ďalšiemu rozvoju v oblasti prevádzky a riadenia  
energetických systémov, obnoviteľných zdrojov,  
ekológie a ekonomiky energetiky.

**Záštita**  
Minister hospodárstva SR

**Garant**  
prof. Ing. František Janiček, PhD.

**Informácie**  
[www.energetika2010.stuba.sk](http://www.energetika2010.stuba.sk)

**Kontakty**  
Zaneta Eleschová (zaneta.eleschova@stuba.sk)  
Miriam Szabová (miriam.szabova@stuba.sk)  
Zdenka Kráľová (zdenka.kralova@stuba.sk)  
Július Círák (julius.cirak@stuba.sk)



**Generálni partneri**

