

Nákladní trolejbusy v rakouském Erzbergu – I. část – Idea a vozidla

06.01 2024 16:07, Libor Hinčica, Trolejbusy

Letos uplyne již pět let od doby, kdy byl uveden do provozu v rakouském dole v Erzbergu ve spolkové zemi Štýrsko nákladní dopravní systém, jenž využívá pro odvoz vytěžené horniny těžkých nákladních vozidel, která jsou vybavena hybridním pohonem umožňujícím vedle obligátního dieselového módu i jízdu na trolejovém vedení trolejbusového typu. Ačkoli nejde o dopravu sloužící potřebám veřejnosti, jedná se o mimořádně zajímavou aplikaci technologie trolejbusů, které jsme se rozhodli podrobněji věnovat. Díky vstřícnosti provozovatele důlního díla – společnosti VA Erzbegr GmbH – se podařilo sestavit níže uveřejněný text, který se pokouší zmapovat proces od prvotního vzniku myšlenky až po technické parametry vybudované infrastruktury a vozidel.

Pár slov k historii těžby železné rudy v Erzbergu

Oblast okolo Erzbergu sloužila pro získávání železné rudy a výrobu železa zřejmě již v období Římské říše, jak dokazují nálezy pozůstatků tavicích pecí. Intenzivně se v jednoduchých povrchových dolech těžilo i ve středověku, přičemž dobývání strategické suroviny se několikrát stalo součástí listin různých panovníků, kteří jimi upravovali práva a povinnosti s těžbou a prodejem rudy a železa související. Od 16. století se těžilo i v podpovrchových štolách, nicméně objem vytěžené rudy závisel stále jen síle lidských paží. Teprve průmyslová revoluce umožnila rozeběhnout ukusování hory Erzberg (což mimochodem v překladu znamená „Rudná hora“) za využití strojů. Podpovrchová těžba byla v roce 1899 zastavena, následně v roce 1932 opět obnovena a fungovala až do roku 1986 (o dva roky později byla jedna ze štol otevřena pro veřejnost v rámci prohlídkového okruhu).



Takový pohled se naskytne návštěvníkům dolu z plošiny obří sklápěčky, která byla po svém vyřazení z důlního provozu upravena pro přepravu cestujících. Celkem má VA Erzberg GmbH k dispozici dvojici vozů pro přepravu exkurzí. Záběr představuje takřka celé důlní dílo. Pozorné oko pak může spatřit i stožáry trolejbusové infrastruktury. (foto: Libor Hinčica)

Povrchově se těží i nadále, přičemž ročně se odveze ke zpracování kolem 12 mil. tun horniny, z níž se přímo na místě zpracuje okolo tří miliónů tun rudy, která je pak odvážena po železnici. Samotná hora Erzberg má dnes nadmořskou výšku 1 466 m nad mořem, ale vlivem těžby se postupně zmenšuje – před zahájením tzv. stupňovité těžby v roce 1890, která hoře propůjčuje onen typický pyramidový tvar, činila výška Erzbergu 1 532 m n. m. Dnes bychom zde napočítali celkem 30 „schodů“, každý o výšce 24 m, které nesou jména podle světců či významných horníků. Svou velikostí je důlní dílo, jež nyní spravuje společnost VA Erzberg GmbH, považováno za největší rudný důl ve střední Evropě a celosvětově největší naleziště minerálu siderit ($FeCO_3$). Práce v obrovském prostoru je dnes z velké části zajišťována stroji, takže na celou obsluhu postačuje pouze 250 pracovníků.

Hledání úspor a alternativ

Pro transport vytěžené horniny byla v minulosti využívána především železnice – provázaný systém důlních a normálněrozchodných drah. Dnes zůstala role kolejové dopravy okleštěna už jen na odvoz vytěžené horniny směrem do Leobenu nebo Hieflau. 49,1 km dlouhá trať slouží – pomineme-li nostalgické jízdy pro turisty v sezóně – od roku 2001 výhradně nákladní dopravě. V samotném dole začala železnice ustupovat těžkým nákladním automobilům od roku 1951. Tlak na ochranu životního prostředí a možné úspory nafty a financí nicméně vedly k úvahám o možném využití elektřiny coby zdroje energie pro pohyb nákladních automobilů přezdívaných *„Hauly“*. Každý z nich zvládne na své korbě unést okolo 100 tun horniny, spotřeba nafty před zavedením kombinovaného provozu s nákladními vozidly využívajícími princip trolejbusu činila přibližně 4,5 mil. litrů ročně. Vzhledem

k tomu, že těžba v dole probíhá prakticky nepřetržitě (v roce 2023 bylo naplánováno 345 pracovních dnů v režimu 24/7), znamená to, že se průměrně spálilo v Erzbergu každou minutu okolo 9 litrů nafty. Výhled těžby přitom predikoval, že se tato čísla do budoucna zhorší. Geologické poměry totiž budou nutit důlní dílo prohlubovat, zatímco odval vytěžené horniny má naopak růst dále do výšky, což povede k prodloužení tras.



V majetku důlní společnosti se dnes nachází šest „nákladních trolejbusů“, celkově jich je ale možné v dole napočítat sedm. Sedmé vozidlo je ale nadále v majetku Liebherru a v případě potřeby může být společnosti VA Erzberg GmbH pronajímáno. (foto: VA Erzberg GmbH)

Už v roce 2015 se začalo vedení dolu zabývat myšlenkou, jak tento finančně i ekologicky náročný proces optimalizovat. Jednou z variant bylo například i obnovení podpovrchové těžby, kterou ale studie vypracována univerzitou v Leobenu zavrhla jako ekonomicky nevýhodnou. Prostor pro úspory byl nakonec nalezen i ve stávajícím režimu provozu s čistě dieselovými vozy, když se změnou organizace provozu v severní části dolu podařilo docílit zkrácení prostojů nákladních vozidel a strojů, a tím zvýšit jejich exploataci, nicméně jakýkoli zvažovaný odklon od současného systému porcování hory neprokázal znatelný vliv na výši zůstatku na účtu. Pozornost tak směřovala jen k náhradě dieselových vozidel. Železnice, jež s funícími parními lokomotivami dominovala dolu až do 50. let, nebyla jako alternativa připuštěna s ohledem na potřebnou flexibilitu i sklonové poměry v dole i u odvalu. Jedinou vhodnou alternativou se tak jevilo využití elektrického pohonu na stávajících nákladních automobilech.

Samotný přechod od klasického dieselmechanického přenosu, jenž byl používán v obřích sklápěčkách doposud, k dieselelektrickému přenosu vzešel z úvah jako nevhodný. Úspory byly shledány jen v oblasti údržby s ohledem na menší počet pohyblivých součástí, ovšem i ty zůstávaly s otazníkem. Přínosy v oblasti ekonomiky provozu i ekologie bylo možné očekávat jen tehdy, pokud by se vozidla stala alespoň částečně ryze elektrická. Nabízelo se pochopitelně naskočení na módní vlnu bateriových vozidel, jenomže ta se ukázala s ohledem na požadované výkony, životnost baterií a nutnost nabíjení jako neefektivní. Pozornost se tak přesměrovala k využití technologie dvoupólového napájení známého z trolejbusů.



Napětí v síti činí pro městské trolejbusy neobvyklých 900 V DC. (foto: VA Erzberg GmbH)

Od Bělorusů k Němcům

Využití nákladních trolejbusů nebylo v minulosti až tak výjimečné a z povrchu zemského tato vozidla od svého uvedení v život patrně nikdy zcela nevymizela. Sami výrobci obřích nákladních vozů tuto variantu tu a tam coby alternativu nabízeli, zpravidla ale pro vozidla s nosností více než 160 či 180 tun. Poptávku po nich tišila především japonská společnost Komatsu, která obdobné hybridní obry na pneumatikách nabízí kontinuálně více než 30 let a zásobujeme jimi například doly v Kanadě, Mexiku, Zambii, Namibii či ve Švédsku. V roce 2023 firma představila i svůj „parciální nákladní trolejbus“, využívající vedle trolejového vedení bateriového pohonu pro jízdu s menšími výkonovými nároky (obdobné řešení plánuje v jihoafrické Zambii nasadit také jiný japonský hráč – Hitachi, který předpokládá spuštění ostrého provozu v roce 2025). Pro vozidla určená pro menší objem zeminy, jako se používají v Erzbergu, tedy okolo 100 tun nákladu, ovšem vhodný produkt na trhu scházel.

Přehled dolů využívajících vozidel na principu nákladních trolejbusů

Výrobce	Typ	Stát	Důl	Těžěná surovina
Komatsu	8,30E-03	Kanada	Copper Mountain	Měď
Komatsu	9,30E-03	Mexiko	Penasquito	Zlato
Liebherr	T 284	Panama	Cobre	Měď
Komatsu	8,50E-03	Finsko	Kevitsa	Měď a nikl
Liebherr	T 236	Rakousko	Erzberg	Železná ruda
BELAZ	75306	Rusko	Důl Solncevskij	Uhlí (podzemní důl)
Komatsu	8,30E-03	Švédsko	Aitik	Meď
Komatsu	730E	Namibie	Rossing	Uran
Hitachi	EH3500ACII	Zambie	Lumwana	Měď
	EH4500-II			
Hitachi	EH3500ACII	Zambie	Kansanshi	Měď a zlato
	EH3500ACIII			
Liebherr	T 284	Zambie	Sentinel	Měď

Uvedený přehled nemusí být úplný!

První jednání o možném vývoji takového vozidla byla vedena s běloruskou firmou BELAZ, která dodává své řešení nákladních vozů s elektrickým pohonem do uhelných dolů na ruském ostrově Sachalin. V roce 2017 ale došlo k obratu, když na veletrhu MINEXPO ve Frankfurtu představila německá firma Liebherr svůj nový typ s dieselelektrickým přenosem výkonu. Nešlo sice ještě o provedení pro jízdu pod trolejovým vedením, nicméně koncept sám o sobě šel použít jako odrazový můstek k takové variantě, která navíc nebyla ani Liebherru cizí, neboť firma už dříve dodala do středoamerické Panamy a africké Zambie svůj model T284 umožňující naložit na korbu až 363 tun nákladu.



Pohled zezadu na stoupající nákladní vůz Liebherr T236 ukazuje provedení speciální konstrukce pro trolejbusové sběrače. (foto: Libor Hinčica)

Na frankfurtském veletrhu byl dieselelektrický přenos aplikován (dle slov Liebherru po pětiletém vývoji) do menšího modelu T236 s nosností do 100 tun, tedy provedení, které přesně zapadalo do potřeb důlní společnosti v Erzbergu. Po několika jednáních došlo mezi VA Erzberg GmbH a firmou Liebherr k dohodě, na jejímž základě se firma Liebherr zavázala upravit vozidlo pro napájení z dvoupólového trolejového vedení a rakouský partner nabídl svůj důl coby testovací polygon.

Nákladní vůz Liebherr T236 má vlastní hmotnost 80 tun a je vybaven dieselovým motorem o výkonu 895 kW (což je srovnatelný výkon, jako nabízí dosud v Erzbergu dominantní dieselové vozy Komatsu HD785-7). Vzhledem k užití dieselelektrického přenosu je ale Dieselův motor použit jen jako generátor elektrické energie pro elektromotory situované na nápravách, které jsou schopny poskytnout výkon až 1 080 kW. S ohledem na ztráty v řetězci a nutnost zásobovat energií také další spotřebiče (například čerpadlo servořízení), zůstává pro samotný pohon k dispozici výkon okolo 770 kW. Zajímavostí vozidla T236 je užití kotoučových brzd s olejovým chlazením na obou nápravách, které nahradily běžně užívanou elektrodynamickou rekuperační brzdu, jež má údajně vykazovat u

elektrických *„Hauly“* rozdílné vlastnosti v závislosti na počasí.



Nákladní vůz Liebherr T236 míjí při jízdě na diesel natrolejovací portál s typickým trychtýřem. (foto: August Zobl; VA Erzberg GmbH)

Zatímco velké nákladní trucky v jižní Africe využívají k odběru elektrického proudu sběrače polopantografového či pantografového typu a jednotlivé vodiče jsou od sebe vzdáleny několik metrů, pro menší Liebherr T236 bylo rozhodnuto jít cestou konvenčního trolejbusového trolejového vedení, a tím i tyčových sběračů, byť adaptovaných. Pro jejich upevnění musela být na automobilu vytvořena speciální kovová podpěrná konstrukce, samotné tyče mají délku 4,5 m a jsou vybaveny odolnější botkou pro přenos vyšších proudů. Při jízdě na troleji je možné se s vozidlem vychýlit do stran až o 3 m (při snížené rychlosti), výška trolejového vedení může být proměnlivá v rozsahu 0,5 m.

Pro přepínání mezi jízdou na troleji a na diesel bylo nutno kabinu řidiče vybavit příslušným přepínačem. Řidič při příjezdu ke speciálnímu natrolejovacími portálu s trychtýřovitými nájezdy stiskne při rychlosti max. 15 km/h tlačítko, které zajistí vyklopení sběračů do nejvyšší možné polohy, přičemž tyče sběračů jsou vychýlené do tvaru písmene „V“, kdy koncové botky jsou vzájemně vzdáleny rovné dva metry. V tento okamžik zasáhne řídicí logika, jež dále omezí rychlost na pouhých 7 km/h, bez ohledu na to, že může být sešlápnutý pedál jízdy. Při této rychlosti se musí řidič trefit do zmíněných trychtýřů, jež navedou sběrače na trolejové vedení, přičemž se deaktivují aktuátory (tj. zařízení převáděcí rotační pohyb na přímočarý), jež se starají o zvedání a zafixování polohy sběračů, a sběrače udržují nadále na troleji už jen staré dobré pružinové mechanismy. Jakmile je detekován kontakt s trolejovým vedením pod napětím, začnou být elektromotory napájeny výhradně z trolejového vedení. Dieselová část se ovšem nevypíná docela. Nadále je udržována v otáčkách na úrovni 1 800 ot./min., přičemž generátor je napájen skrze trolejové vedení a funguje coby klasický motor pro pohon vybraných periferií (čerpadel). Zatímco motory poskytují výkon 1 050 kW, v případě

ostatních spotřebičů je zapotřebí dalších 150 kW.



Na této fotografi lze při bližším prozkoumání dobře rozeznat umístění hned trojice natrolejovacích bran. Stoupající vozidlo uprostřed snímku je vozem Liebherr T236. (foto: Libor Hinčica)

Systém používaný ve vozidlech Liebherrem (označovaný jako AFE – *Active Front End*) neustále sleduje velikost proudu v trolejovém vedení a je schopen v případě výpadku či příliš nízkého napětí (potažmo proudu) zajistit automatické stažení sběračů a přechod na dieselový pohon. Při jízdě jednoho vozidla na napájecím úseku by se měl odběr pohybovat kolem 1 300 až 1 500 A, napětí v síti činí 900 V DC (± 200 V), přičemž veškerá zařízení infrastruktury jsou dimenzovaná na napětí 1 500 V a trvalé zatížení proudem 3 000 A. Jakmile se vozidlo přiblíží na konec trolejového vedení, přepne řidič opět tlačítko na palubní desce a místo energie z trolejového vedení se opět ke slovu dostává obří dieselový generátor. Sběrače jsou staženy a jejich botky se po stažení přitlačí na měděnou plechovou desku, která zajistí řízeným zkratováním „vybití“ případně nahromaděného elektrického náboje.

Odkaz na druhý díl: *Nákladní trolejbusy v rakouském Erzbergu – II. část – Infrastruktura trati*

Autor článku velice děkuje za poskytnutí informací, fotografií a skvělý přístup společnosti VA Erzberg GmbH. V textu byly použity informace z článku „Weltweit einzigartiges Oberleitungssystem für SLKW am Steirischen Erzberg“ autorského tria Petera Schimka, Armina Kogelbauera a Josefa Pappenreitera.

Url: Nákladní trolejbusy v rakouském Erzbergu – I. část – Idea a vozidla