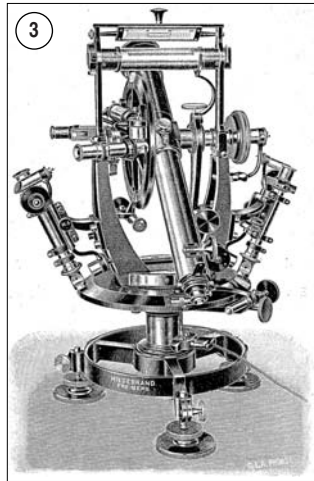


Postiže s větráním si vynutily přechod na elektrickou trakci, profil tunelu si vynutil zaoblení střech vagonů [2].

Löttschbergský tunel byl následně před průvalem ze strany portálu v Kanderstegu s veškerou technikou i tělesnými ostatky pracovníků zazděn. Podmínkou žádoucího pokračování stavby bylo její přeložení do geologicky stabilního skalního masivu, ovšem s využitím dosud vyraženého díla. To mělo za následek zakřivení osy tunelu, do té doby u dlouhých tunelů nikdy nepoužitě (obr. 2). Osa byla ze severu za přímým úsekem délky 1,2 km, ležícím v původní trase, odkloněna o $41^{\circ}33'$, z jihu po přímých 4,2 km o úhel $16^{\circ}42'$. K zdárnému provedení byla provedena řada do té doby neobvyklých rozborů přesnosti, příčná chyba prorážky podle zadání nesměla překročit 1 m. Prokázalo se, že v původním určení délky osy tunelu ze sítě je chyba řádově 1 m. Bäsclin vedl ražbu pomocí polygonového pořadu, podrobné body byly v přímých úsecích vytyčovány ortogonálně od přímkových stran délky 100 m pomocí vytyčovacího přístroje Kern. Pro délková měření se dokonce uvažovalo použití invarových drátů. Postačily však měřické latě, se kterými bylo dosaženo průměrné směrodatné odchylky $2,2 \text{ mm}/100 \text{ m}$. K vytyčování 3 kružnicových oblouků délek 1,1 km, 0,8 km a 0,3 km s poloměry 1100 m se používal theodolit

Hildebrandt (obr. 3) s 28, 36 a 42násobným zvětšením s odeč-



tením mikroskopy na $2''$, odhadem na $0,2''$, měřilo se ve 3 upra-

vených skupinách. Přesnost čtení výškového kruhu byla $6''$. Na povrchu probíhala rozsáhlá kontrolní měření svislých posunů (obr. 4). Výškový pořad tunelu délky 15,7 km spolu s připojením portálů tvořil severo-jihní příčku délky 60 km mezi dvěma pořady státní nivelace, vedenými západo-východním směrem z Lausane, resp. blízkého Ouchy, do Schwyzu. Na body těchto pořadů byl kontrolní pořad připojen a následně převzat do švýcarské sítě. Směrodatná odchylka byla $63,6 \text{ mm}$. Výšková měření prováděl ing. H. Zölly, vedoucí geodet Zeměměřického ústavu (Landestopographie), přesným přístrojem Kern. Při měření v tunelu dosáhl kilometrové chyby 1,59 mm.

K prorážce prakticky uprostřed délky tunelu došlo 31. 3. 1911 ve



3:55 h. Směrová odchylka dosáhla 0,26 m, délková 0,41 m a výšková 0,10 m, délka tunelu je 14 535,45 m. Slovy webových stránek: tragédie se změnila v triumf geodézie.

Nový železniční Lötschbergský tunel délky 34 km byl po osmi letech výstavby slavnostně zprovozněn 15. 6. 2007. Výstavba stála 4,3 miliardy švýcarských franků, má odlehčit i švýcarské silniční síti. Je nejdelším pevninovým tunelem, delší jsou jen japonský Seikan a tunel pod kanálem La Manche, ty jsou však vedeny pod vodou.

Posledním v této sérii je silniční italsko-francouzský tunel pod horským sedlem Col de Tende (italsky Colle di Tenda, 1871 m.n.m.). Od dob Napoleonových (1769 – 1821) vede sedlem dnes turisticky nesmírně přitažlivá cesta (obr. 5), samozřejmě využitelná jen v letním období. Na italské straně je strážena šesti historickými pevnostmi (obr. 6); Fort Pepin leží v nadmořské výšce 2263 m.

Obrázek 5 je velmi názornou ukázkou trasování jakékoli povrchové komunikace v členitém terénu, tj. určení přímky daného (obvykle maximálního) spádu %, tedy úhlu sklonu α . Pomineme-li empirii nejstarších dob, platí známý vztah: $s\% = 100 \tan \alpha = p/v$, kde p je převýšení, vztážené na vodorovnou délku v . Při trasování na mapě s výškopisem (viz 5. díl) stačí za p dosadit interval vrstevnic, resp. šraf, také přísedlých k horizontále. Vypočtená hodnota v se v měřítku mapy vzala do kružítka a jím se vrstevnice postupně od počátečního bodu (resp. od předchozího přetnutí) přetýnaly. Mohlo vzniknout několik, směrově třeba značně od-

chylných variant trasy, ale vždy se přimykajících k terénu. Pokud se tak nestalo, bylo někdy možné v různých hodnotách měnit zadání, tj. zvolit jiné koncové body, nebo bylo nutno projektovat umělé stavby (tunely, zářezy, mosty), značné terénní úpravy (výkopy, násypy), volit trasu s úvratěmi nebo železniční ozub-



nicové dráhy. Principiálně stejný postup trasování bylo ovšem možné aplikovat teodolitem nebo nivelačním přístrojem, případně (už od římských dob) jejich předchůdci přímo v terénu, případně jen upravit a pozměnit existující, empiricky vzniklou trasu. Z výsledných možností se vybrala nej-

vhodnější. Někdy ovšem při dané technické úrovni dopravních zařízení nebo stavebních technologií nemohlo být řešení nalezeno.

Ze severu do sedla Col de Tende stoupá »pouhých« 12 serpentin, zato z jihu z italské strany 48, z nichž některé se v půdoryse dotýkají. Tato část dodnes nemá zpevněný povrch. Silniční tunel nahradil téměř celý tento úsek z obou stran. Je dlouhý 3182 m, dokončen byl roku 1882 a je tedy důstojným protějškem železničních podzemních staveb. Do roku 1964, kdy byl zahájen provoz v 5,85 km dlouhém Svatobernardském tunelu, byl nejdelším alpským silničním tunelem. Krátce poté byla roku 1898 dokončena stavba 8099 m dlouhého železničního tunelu, který je součástí místní velmi atraktivní a vyhledávané železnice. Pruský vod 1100 l/s. při ražbě byl srovnatelný se Simplonským tunelem; pomyslnou tabulku historických tunelů vede švýcarský Mont d'Or s 10000 l/s., tj. s asi 6 % průměrného průtoku Vltavy v Praze.

Poděkování autora patří všem přátelům, kolegům i pracovníkům různých institucí z tuzemska i zahraničí, kteří mi pomáhali v podkladech ověřit nebo najít pozapomenuté skutečnosti, související s tímto seriálem. Zvláště díky patří redaktorům tohoto časopisu. Stejně upřímně se čtenářům omlouvám za pravděpodobná opomenutí a nepřesnosti.

Pavel Hánek

Literatura:

- [1] BAESCHLIN, F.: Über die Absteckung des Lötschbergtunnels. Schweizerische Bauzeitung, č. 9, s. 109 – 111; č. 10, s. 125 – 129; č. 12, s. 154 – 156; č. 13, s. 167 – 169; č. 14, s. 189 – 192.
- [2] STREIT, J.: Tunely všech dob a světadílů. Praha, nakladatelství K. Synek 1946.
- [3] http://de.wikipedia.org/wiki/Col_de_Tende