

Tunely, štoly a vytyčování – 4. díl

Vývoj měřických technologií, Gotthardský železniční tunel

V polovině 19. století bylo v Evropě a Severní Americe položeno už asi 16 tisíc kilometrů tratí; v ostatním světě byla železnice dosud neznámá. Je zřejmé, že rozsáhlé projekty vyžadovaly exaktní mapové podklady velkých a středních měřítek, které v té době nebyly běžně dostupné. František Novotný (1864 – 1918), profesor České vysoké školy technické v Praze, v základním díle novodobé české geodetické literatury napsal [1]:

»V době, kdy jednalo se o stavbu celé řady železnic, a to v území horském, seznavo se při trasování drah, že všechny dosávací způsoby polního měření (stolem měřickým, přímé měření pásmem aneb latí, měření bussolou atd.) jsou příliš zdlouhavé a nákladné. Ježto při trasování drah nestačí jen polohopisný plán, sestrojený dle výsledků dosud uvedených způsobů měření polního, bylo nutno určit novým měřením výškové poměry a sestrojiti též výškopisný plán. Bylo tedy třeba vykonati samostatně dvoje měření příslušného území. Vše to bylo příčinou, že práce polní jen zvolna (zejména v území pahorkovitém) postupovaly a následkem toho vyžadovaly značné doby a značného nákladu.«

Účinným řešením se stala tachymetrie (rychloměřičtví, celle-re mensura), která se velmi rychle rozšířila. Pro potřeby trasování drah vznikla už roku 1823 v Itálii zejména zásluhou ženiijního majora a pozdějšího profesora Ignazia Porro. Ten v Miláně a v Paříži vyráběl důmyslné přístroje, chráněné před »všetečným po-

zorováním« (odtud název cleps-cykel, cleps), ale proto i komplikované. Další vývoj ovlivnil francouzský civilní inženýr J. Moinot a pařížský mechanik Richer, kteří běžný teodolit doplnili nitkovým dálkoměrem Georga von Reichenbacha (konstrukce 1813), a tím ho změnili na dosud dobře známý tachymetr. (Na obr. 1 ze



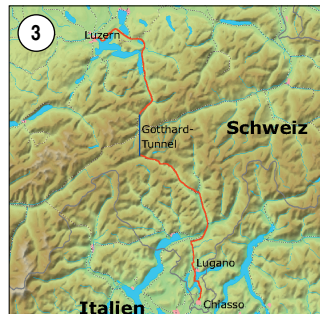
sbírek NTM je tzv. nivelační tachymetr, Brandeis Praha, asi 1860 – 70.) Roku 1864 byla v Paříži vydána kniha *»Levés des plans á la stadia; notes pratiques pour études de tracés«*, v níž (a zejména ve 3. vydání z roku 1877) její autor J. Moinot shrnul dosavadní poznatky a ustálil tachymetrickou metodu [2].

Tachymetry byly v zájmu zrychlení, zjednodušení a zpřesnění prací v terénu i v kanceláři průběžně zdokonalovány. Na příklad od roku 1865 J. L. Sanguet vyráběl dotykový autoredukční tachymetr (obr. 2, TU Delft), Kiel konstruoval pravitkový tach-



metr, který řešil obě tachymetrické rovnice. Ing. Antonín Tichý (1843 – 1923), evropsky uznávaný lesník, geodet, vrchní inspektor rakouských státních drah, navrhl velmi přesný autoredukční tachymetr s logaritmickým dálkoměrem, který vyrobila roku 1881 vídeňská firma Starke & Kammerer. Přestože se přístroj pro poměrnou složitost obsluhy v praxi neujal, jsou zajímavé (možná i překvapivé) jeho parametry: zvětšení dalekohledu 36x, přesnost určení výšky přístroje na stanovisku 1 mm, směrodatná odchylka měřených vodorovných i svislých úhlů 5" – 15", délka 0,02 – 0,01 m/100 m, kilometrové nivelace 5 – 16 mm [3]. První diagramový autoredukční dálkoměr vyrobila roku 1900 firma Fennel podle návrhu prof. E. H. H. von Hammera. Později řada firem, mezi nimi i pražský podnik bratří Fričů, vyráběla speciální přístroje pro vytyčování tunelů.

Z historických tunelů je ve veřejnosti pravděpodobně nejznámějším železniční vrcholový Gotthardský tunel mezi Göschenen (1106 m n.m., v obr. 5 a 6 ozn. G) a Airolo (1142 m n.m., A), dlouhý 14 920 m (obr. 3). Do historie inženýrské geodézie se

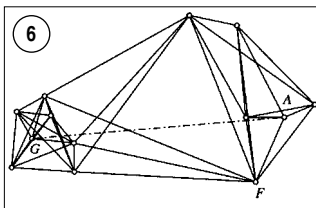
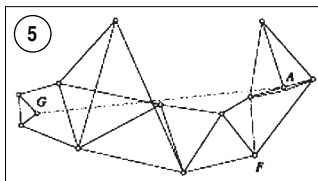




zapsal prvním použitím metody nejmenších čtverců pro vyrovnání lokální trigonometrické sítě.

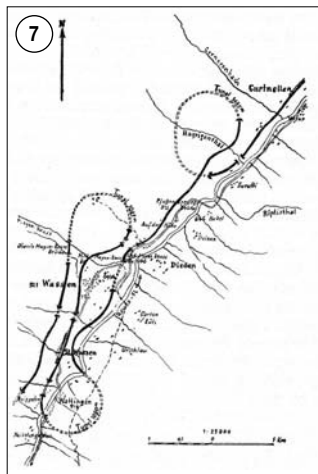
Suverénní stát Švýcarsko se zavázal hájit dopravní zájmy Itálie a Německa, které naopak byly povinny finančně podporovat výstavbu Gotthardského tunelu (obr. 4). Roku 1871 byla založena v Lucernu společnost, která jmenovala šéfinženýrem Roberta Gerwiga, projekt však byl v průběhu výstavby podstatně upravován Wilhelmem Hellwagem. Současně byl pro trať stanoven minimální poloměr oblouků 300 m a maximální sklon 25 %, tedy stejný jako na Semmeringu. Stavbu prováděl na základě smlouvy z roku 1872 (získané údajně za poněkud nejasných okolností) zkušený švýcarský podnikatel Louis Favre (1826 – 1879, zemřel přímo v tunelu na infarkt).

Už roku 1869 ing. Otto Gelpke navrhl a zaměřil místní trigonometrickou síť s 12 body, do níž byla vložena dvojice portálových bodů (obr. 5). Při organizačně, finančně i technicky nesnadné výstavbě tunelu v obtížných geologických podmínkách došlo k pochybnostem o možnosti úspěšného proražení díla a proto



v letech 1874 – 5 zřídil a zaměřil prof. Dr. C. Koppe novou trigonometrickou síť o 13 bodech (obr. 6), která však pro určení rozměru byla připojena na síť Gelpkeho. Průměrný úhlový uzávěr 24 trojúhelníků činil 2,2", maximální dosáhl hodnoty 5". Koppeho síť byla jako první vyrovnána (tehdy početně náročnou) metodou nejmenších čtverců. Z úhlových uzávěrů a stranových podmínek bylo sestaveno 34 normálních rovnic [4]. Závěry vytyčení z obou sítí byly prakticky totožné, počín Společnosti však oba geodety znepřátelili.

Určité obavy o osud stavby však nadále přetrvávaly. (Za extrémní jsou považovány pracovní podmínky: teplota až 55°C, ušní onemocnění minérů, smrt téměř 180 barabů, vzpoura v roce 1875 potlačená milicemi. Vedení stavby však muselo vedle finančních krizí řešit i problémy, související s negramotností a nízkou vzdělaností úrovní většiny pracovníků a s průsaky vod o mocnosti až 3000 m³/h.) K prorážce došlo 28. 2. 1880, příčná odchylka činila podle dobových údajů 0,33 m, výšková »byla zanedbatelná«. Později se ukázalo, že skutečná délka tunelu je o 7,1 m kratší oproti projektu, příčinou bylo nepřesné určení rozměru sítě. Cena stavby se vyšplhala z původních 56 na 63 milionů franků, část zvýšených nákladů nesl L. Favre. První vlak projel 1. 1. 1882. Na přjezdech k tunelu u Wassenu a Levantina



byly projektovány a postaveny unikátní spirálové tunely se stoupaním 26 %, které představovaly nový úspěch podzemního stavitelství (obr. 7), i když první spirálový (točkový) tunel byl postaven už roku 1863 ve Schwarzwald. Vlaky tažené parními lokomotivami tedy mohly celým úsekem projíždět stejnou rychlostí jako na volné trati. (Roku 1882 se začalo pod vedením Johna Hawkshawa pracovat na prvním, neúspěšném pokusu o ražbu železničního tunelu pod kanálem La Manche.) V roce 1924 byla trať elektrifikována.

Později byly vybudovány pod Gotthardem i známé silniční tunely. Úpatní železniční tunel projektovaný pro traťovou rychlost 200 km/h má být s 57 km délkou v roce 2015 nejdelším tunelem světa.

(Há)

Literatura:

- [1] MÜLLER, F. – NOVOTNÝ, F.: Kompendium geodézie a sférické astronomie. Geodézie nižší. III. díl. 3. vydání. Praha, Česká matice technická 1912.
- [2] HÁNEK, P.: 250 století zeměměřičtví. (Data k dějinám zeměměřičtví). Praha, Klaudivian 2000, dotisk 2002.
- [3] HÁNEK, P.: Antonín Tichý – geodet konstruktér. GaKo 38 (80), 1992, č. 4, s. 78 – 82.
- [4] KOPPE, C.: Bestimmung der Axe des Gotthardtunnels. Zeitschrift für Vermessungswesen, 1874 – 5, č. 4 – 5.