

Základní nivelační body na území bývalého Rakouska-Uherska

Ing. František Beneš, CSc.,
Praha

Abstrakt

V roce 2019 uplynulo 130 let od zhotovení pilíře nad základním nivelačním bodem Lišov, šestým ze sedmi stejných bodů, které byly založeny na území Rakouska-Uherska. Zřízením nivelační sítě bylo pověřeno oddělení geodézie a astronomie Vojenského zeměpisného úřadu ve Vídni. Po důkladné přípravě se vlastní měření uskutečnilo metodou přesné obousměrné geometrické nivelace ze středu. Zaměřeno bylo celkem 25 055 km pořadů.

Vertical Datum Points on the Territory of the Austro-Hungarian Empire

Abstract

In 2019, 130 years has passed since the pillar was stabilized above the basic levelling point Lišov, being the sixth one of the seven identical points, which were located on the territory of Austria-Hungary. The geodetic and astronomy department of the Military Geographic Office in Vienna was entrusted with establishment of a levelling network. After careful preparation, the levelling measurement was performed by the method of accurate two-way geometric levelling from the centre between the rods. A total of 25 055 km of levelling lines was measured.

Keywords: high-precision levelling, vertical reference frames, levelling heights

1. Úvod

Podrobné informace o vybudované nivelační síti i o měření jsou uvedeny např. v [1] a [2] a jsou dostupné i na internetu. Ve slovinské zprávě pro výroční zasedání komise EUREF v roce 2018 [3], **obr. 1** je však mj. uvedeno, že základní nivelační bod (ZNB) v Ruše je možná jediným, který se zachoval z doby, kdy byla v letech 1876-1890 na území bývalé Rakousko-uherské monarchie vybudována základní nivelační síť. V roce 2007 byl v časopise Geodetický a kartografický obzor publikován článek o ZNB, které v té době existovaly [2]. Bude zřejmě vhodné informace o této nivelační síti, která se stala základem pro velmi přesná výšková měření na území podstatné části evropského kontinentu, rozšířit.

2. Dokumenty o měření

Velmi přesné nivelační měření podle rozhodnutí Mezinárodní komise pro středoevropské stupňové měření (název komise se několikrát změnil, jak se rozšiřovala její působnost) z roku 1864 prováděl na území bývalého Rakouska-Uherska Vojenský zeměpisný ústav (Austrian Militär-Geographisches Institut – RUVZÚ) ve Vídni již od roku 1873 a práce byly fakticky ukončeny až v roce 1896, přehledně uvádí Zeger [1]. V pečlivé dokumentaci jsou uloženy jak teoretické základy a východiska měření [4], tak i výsledky měření, hlavně ve výročních svazcích z let 1896, 1897 a 1899 [5], [6], [7]. Pro zpracování byla nivelační síť rozdělena na tři sektory – západní, **obr. 2** [5], severovýchodní, **obr. 3** [6] a jihovýchodní, **obr. 4** [7]. Síť byla připojena na střední hladinu Jaderského moře na vodočtu na Molo Sartorio v Terstu (dnes Itálie), např. [1], [4], přičemž střední hladina moře byla určena jen z pozorování v letech 1873-1875 a později bylo zjištěno, že střední hladina tohoto moře byla asi o 9 cm výše, např. [8], [9]. Nad-

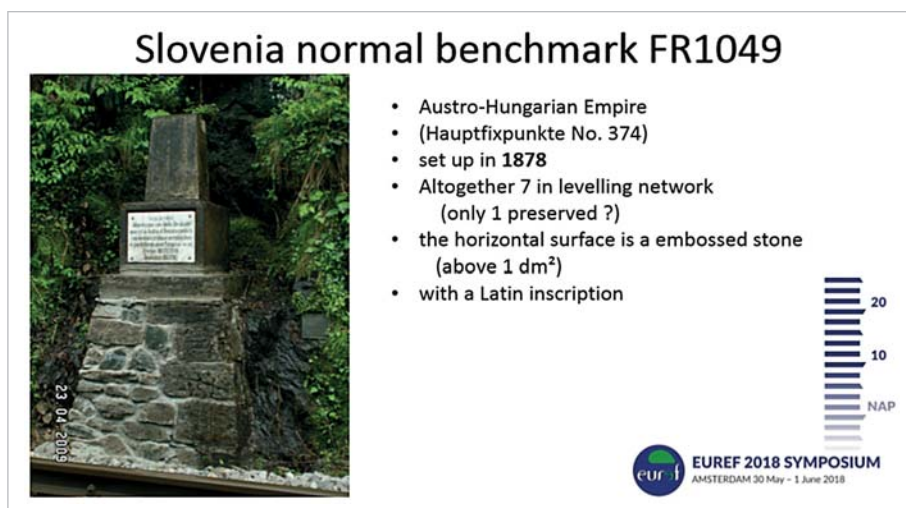
mořské výšky 6 224 bodů I. řádu [1] byly vypočteny v systému normálních ortometrických výšek, nebylo tedy uvažováno zemské tíhové pole. Je ale třeba konstatovat, že práce RUVZÚ byly připraveny, provedeny a jsou dokumentovány vysoce kvalitně.

V zápisech, viz např. **obr. 5** [7], uspořádaných podle jednotlivých linií (nivelačních pořadů), jsou uvedeny údaje o tom, zda pořad vede po silnici či po železnici, a dále kdo, kdy a s jakým vybavením ho zaměřil, čísla bodů, typ nivelační značky (ZNB, otvorové značky bodů I. řádu a plošky u bodů II. řádu) a jejich umístění, zeměpisná šířka (u ZNB a bodů I. řádu), délka oddílu, vzdálenost od počátku pořadu, výsledky měření TAM a ZPĚT – s testem rozdílů, korekce ze sbíhavosti hladinových ploch daného elipsoidu (Besselova), průměrná hodnota převýšení opravená o sférickou korekci a prozatímní výška bodu v návaznosti na výšku východního bodu nivelačního pořadu.

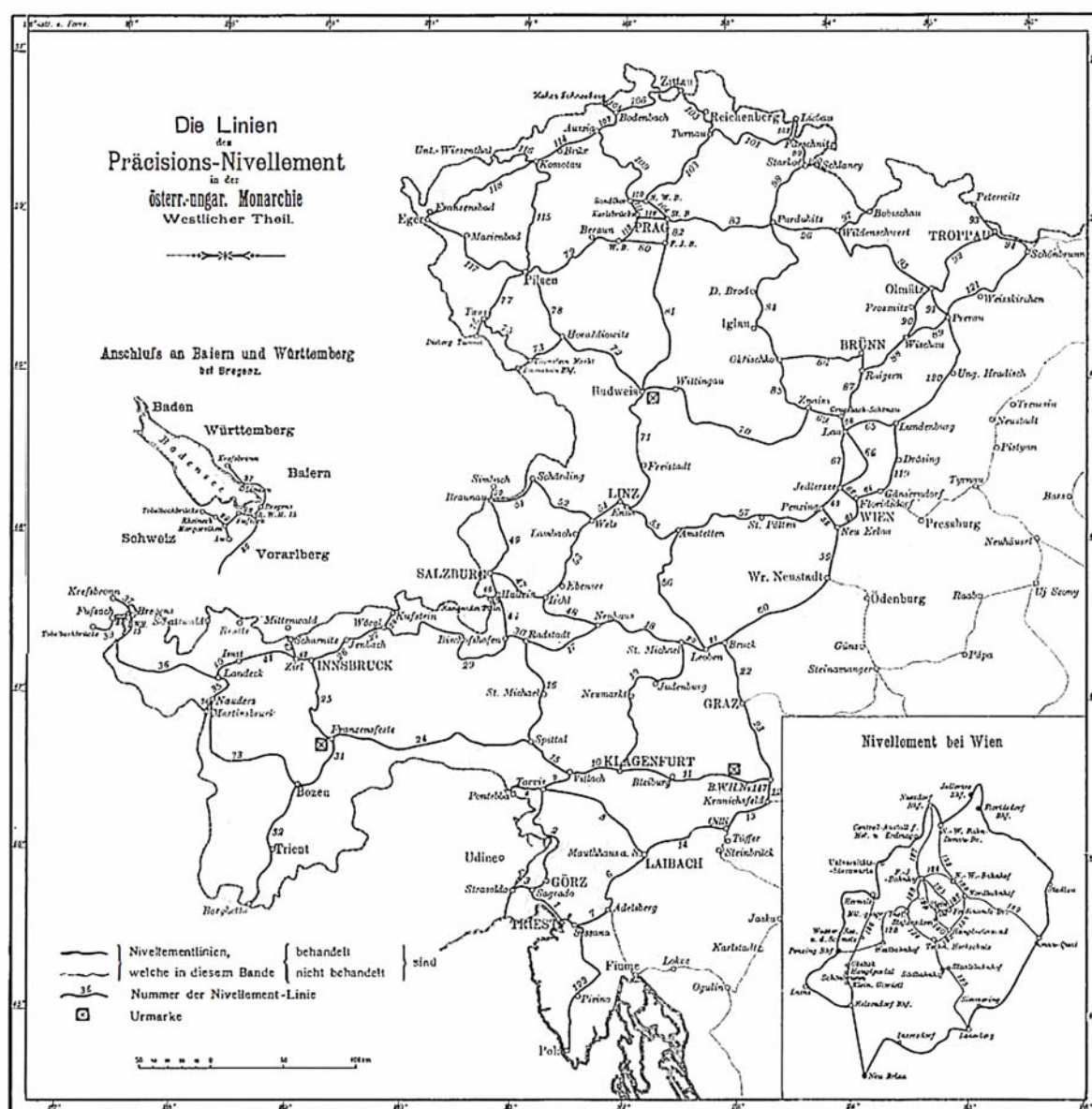
Nivelační síť se tak oprávněně stala základem pro výškové síť státní na rozsáhlém území evropského kontinentu. Na ni zcela přirozeně navazovala později další měření, ze kterých lze vyvodit stabilitu či výškové změny na tomto území, ale i moderní systémy výšek, založené na geopotenciálních rozdílech, viz např. [10], [11], [12].

3. Základní nivelační body

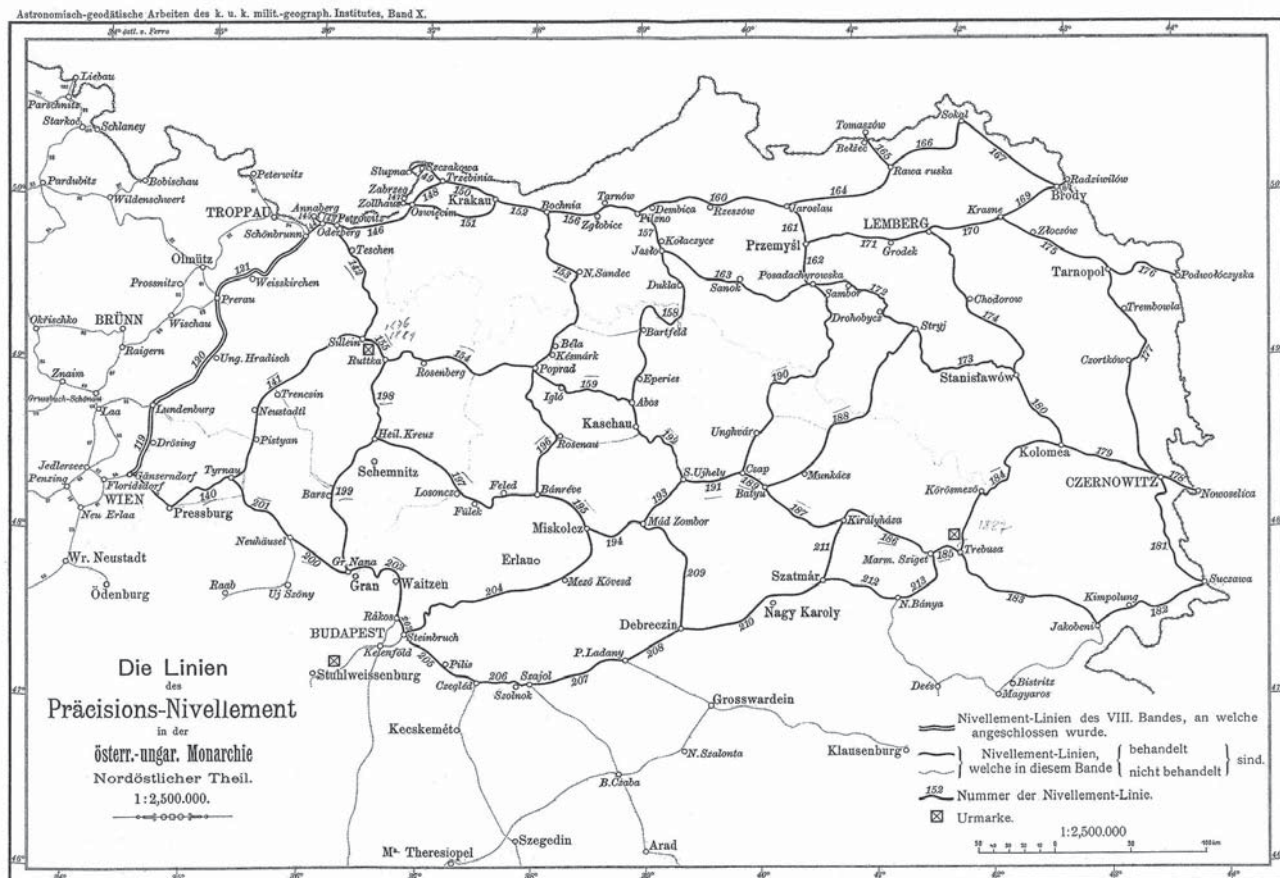
V roce 2006 byla prokázána existence šesti ze sedmi zřízených ZNB, přičemž bod Strečno byl ale v letech 1937 a 1942 přenesen na nové místo [2]. Všechny ZNB byly vybudovány stejně, byly zřízeny na skále, výška se vztahovala k vodorovné vyhlazené plošce 10 x 10 nebo 15 x 15 cm, zakryté pomníkem. Poblíže byla osazena ještě otvorová značka, jak je patrné ze záznamů, např. text na **obr. 5** [7]. Přehled o zřízených ZNB je v **tab. 1**, ze které je mj. zřejmé, že žádný z těchto bodů neleží na území dnešního Rakouska, podle [1].



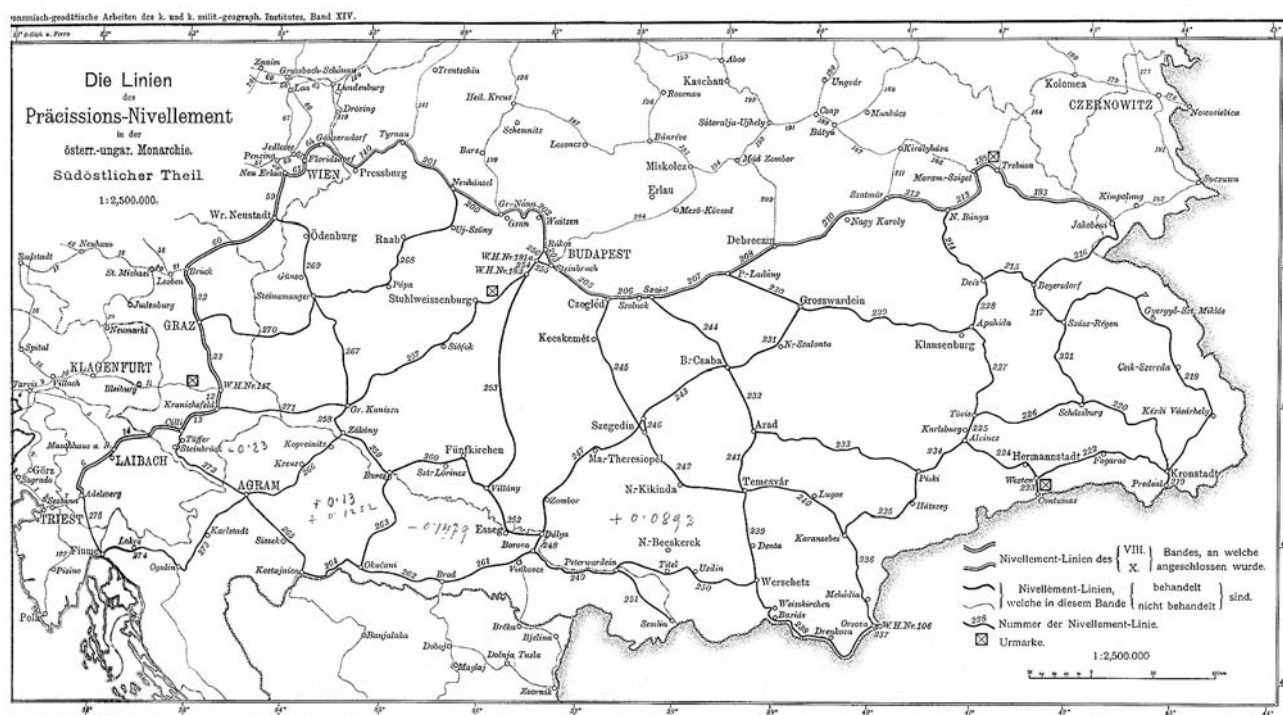
Obr. 1 ZNB Ruše, snímek z prezentace národní zprávy Slovinska na konferenci EUREF 2018, převzato z [3]



Obr. 2 Nivelační síť RUVŽÚ – západní část, převzato z [5]



Obr. 3 Nivelační síť RUVZÚ – severovýchodní část, převzato z [6]



Obr. 4 Nivelační síť RUVZÚ – jihovýchodní část, převzato z [7]

2

Linie Nr. 223 von Westen nach Vor Contumaz

Nivellement auf

Lau- fende Nr.	Ort und Lage des Fixpunktes	Geographische Breite φ	Entfernung von Fixpunkt zu Fixpunkt	
			einzel	im ganzen
			km	km
9409	⊙ Westen (Vestemu), Gemeindeamtsgebäude	45°43'05"	—	—
9410	□ Brücke Nr. 2, Pflasterstein .....	.	3·057	3·057
9411	□ Brücke Nr. 3, Deckstein .....	.	2·002	5·059
9412	□ Brücke Nr. 4, Deckstein .....	.	1·045	6·104
9413	⊙ Talmesch, Gemeindeamtsgebäude	45 39 57	0·380	6·484
9414	□ Brücke Nr. 8, Deckstein .....	.	3·140	9·624
9415	⊙ Boitia, Gemeindeamtsgebäude	45 38 10	0·959	10·583
9416	□ Brücke Nr. 18, Deckstein .....	.	0·935	11·518
9417	□ Durchlass bei Kilometer 11, Deckstein .....	.	1·525	13·043
9418	□ Durchlass bei Telegraphenstange 510, Deckstein .....	.	1·275	14·318
9419	□ Durchlass Nr. 52, Deckstein .....	.	1·013	15·331
9420	⊙ Einräumerhaus zum „zerbrochenen Thurm“	45 35 27	0·748	16·079
9421	□ Durchlass Nr. 65, Deckstein .....	.	1·582	17·661
9422	□ Durchlass Nr. 76, Deckstein .....	.	1·184	18·845
9423	⊙ Haupt-Contumaz im „Rothen Thurm“-Passe, Gendarmeriekaserne	45 33 48	1·310	20·155
9424	□ Durchlass Nr. 90, Deckstein .....	.	0·404	20·559
9425	⊙ Vor Contumaz im „Rothen Thurm“-Passe, Contumazhaus	45 33 10	1·187	21·746
	Von Westen bis Vor Contumaz im „Rothen Thurm“-Passe	—	—	21·746
Seiten-				
9420	⊙ Einräumerhaus zum „zerbrochenen Thurm“	45°35'27"	—	—
9426	⊙ Höhenmarke zunächst der Urmarke im „Rothen Thurm“-Passe, im abgesprengten Fels hinter dem Monumente	45 35 16	0·402	0·402
9427	⊠ Urmarke im „Rothen Thurm“-Passe, polierte Felsfläche unter dem Monumente .....	.	0·025	0·427
	Vom Einräumerhaus zum „zerbrochenen Thurm“ bis zur Urmarke im „Rothen Thurm“-Passe	—	—	0·427

I. Messung im Jahre 1885, Beobachter: Hauptmann Dits,

Nivellier-Instrument Nr. 2984,

II. „ „ „ 1885, „

Oberlieutenant M. Schwartz, „

Nr. 2473,

im „Rothen Thurm“-Passe (Anschluss an Rumänien).

der Strasse.

Beobachtete Niveau-Differenzen			Abweichung vom Mittel v	v^2	Sphäroidische Correction	Correction nach dem provisorischen Ausgleich	Summe der Correctionen	Provisorisch ausgeglichene Höhenunterschiede	Höhe über dem adriatischen Meere nach dem provisorischen Ausgleich	Laufende Nr.
I. Messung	II. Messung	Mittel								
m	m	m	mm	mm ²	mm	mm	mm	m	m	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	388·5161	9409
+ 10·4012	— 10·4012	+ 10·4012	0·0	0·00	+ 0·8	.	+ 0·8	+ 10·4020	398·9181	9410
— 5·7272	+ 5·7402	— 5·7337	6·5	42·25	+ 0·6	.	+ 0·6	— 5·7331	393·1850	9411
— 11·2923	+ 11·2993	— 11·2958	3·5	12·25	+ 0·3	.	+ 0·3	— 11·2955	381·8895	9412
— 5·1331	+ 5·1321	— 5·1326	0·5	0·25	+ 0·1	.	+ 0·1	— 5·1325	376·7570	9413
+ 1·8493	— 1·8489	+ 1·8491	0·2	0·04	+ 0·7	.	+ 0·7	+ 1·8498	378·6068	9414
— 1·9612	+ 1·9624	— 1·9618	0·6	0·36	+ 0·3	.	+ 0·3	— 1·9615	376·6453	9415
— 11·6357	+ 11·6372	— 11·6364	0·8	0·64	+ 0·3	.	+ 0·3	— 11·6361	365·0092	9416
— 1·6611	+ 1·6658	— 1·6635	2·4	5·76	+ 0·4	.	+ 0·4	— 1·6631	363·3461	9417
+ 0·0313	— 0·0265	+ 0·0289	2·4	5·76	+ 0·3	.	+ 0·3	+ 0·0292	363·3753	9418
+ 0·3943	— 0·3974	+ 0·3958	1·6	2·56	+ 0·3	.	+ 0·3	+ 0·3961	363·7714	9419
— 1·5454	+ 1·5426	— 1·5440	1·4	1·96	+ 0·2	.	+ 0·2	— 1·5438	362·2276	9420
— 3·9674	+ 3·9696	— 3·9685	1·1	1·21	+ 0·3	.	+ 0·3	— 3·9682	358·2594	9421
— 0·3776	+ 0·3801	— 0·3788	1·3	1·69	+ 0·3	.	+ 0·3	— 0·3785	357·8809	9422
+ 0·9468	— 0·9395	+ 0·9431	3·7	13·69	+ 0·3	.	+ 0·3	+ 0·9434	358·8243	9423
+ 9·2990	— 9·3031	+ 9·3010	2·1	4·41	+ 0·1	.	+ 0·1	+ 9·3011	368·1254	9424
— 11·4899	+ 11·4857	— 11·4878	2·1	4·41	+ 0·2	.	+ 0·2	— 11·4876	356·6378	9425
—	—	— 31·8838	—	97·24	+ 5·5	.	+ 5·5	—	—	
			$\mu_k = \pm 2·11 \text{ mm.}$							

Nivellement.

—	—	—	—	—	—	—	—	—	362·2276	9420
— 1·0327	+ 1·0308	— 1·0318	1·0	1·00	+ 0·1	.	+ 0·1	— 1·0317	361·1959	9426
— 1·5681	+ 1·5683	— 1·5682	0·1	0·01	.	.	.	— 1·5682	359·6277	9427
—	—	— 2·6000	—	1·01	+ 0·1	—	+ 0·1	—	—	
			$\mu_k = \pm 1·53 \text{ mm.}$							

Latte B' und 1887 Hauptmann Netuschill, Nivelier-Instrument Nr. 3571, Latte F'.

" G' " 1887 " Netuschill, " " Nr. 3571, Latte F'.

Dosud se však nepodařilo dohledat žádné informace o existenci druhého v pořadí zřízeného bodu (z roku 1887) Turnu Rosu (urmarken Rothenturm-Pass) na území současného Rumunska, a to ani po opakovaných písemných žádostech. K dispozici tak jsou pouze údaje z původních dokumentů RUVZÚ [7] a současné mapy včetně satelitních i pozemních snímků. Na jejich podkladě se podařilo prokázat, že dosud existuje zřícenina věže, **obr. 6**, u které stál jednopatrový dům, viz text na **obr. 5**, na němž byla osazena otvorová nivelační značka, bod č. 9420 linie č. 223, **obr. 7**. Od té byl odbočným pořadem v délce 0,427 km zaměřen i ZNB, a to včetně otvorové značky ve skále za ním, viz text na **obr. 5**. Nepodařilo se ho však vypátrat, a to i s uvážením jeho nadmořské výšky, ani v okolním terénu,

ani na obou březích podél řeky Olt. Její současná hladina je v této lokalitě přibližně v nadmořské výšce 360 m, stejně jako výška ZNB Turnu Rosu, okolní terén se však strmě zvedá. Podle údajů o zaměření tohoto bodu v zápisech na **obr. 5**, rozdílu zeměpisných šířek počátečního a koncového bodu a délky nivelačního oddílu, lze dovodit, že se bod nacházel v místech vyznačených na **obr. 8**. Soudím, podle [13] a **obr. 9**, že nejspíše na pravém břehu řeky Olt. V tomto místě na levém břehu řeky jsou patrné zbytky drobných staveb či zpevněných ploch. Ty mohou souviset se stavební činností při úpravách přilehlého železničního tělesa. Na pravém břehu jsou pak opěrné zdi, zřejmě vystavěné při rozšíření a úpravách původní silnice. Její současná vozovka je výše, než byl ZNB. Ten byl pravděpodobně odstraněn.

Tab. 1 Přehled ZNB zřízených na území bývalého Rakouska-Uherska, [1]

Rok	Název	Původní název	Stát	Nadmořská výška [m]
1878	Ruše	Maria Rast	Slovinsko	295,5644
1887	Turnu Rosu	Rothenturm-Pass	Rumunsko	360,0558
1887	Dilové	Trebusa	Ukrajina	367,6820
1888	Strečno	Rutka	Slovensko	371,0933
1888	Nadap	Nadap	Maďarsko	173,6901
1890	Lišov	Lischau	Česká republika	565,2065
1890	Fortezza	Franzensfeste	Itálie	736,4520



Obr. 6 Zřícenina věže v průsmyku Turnu Rosu, převzato ze serveru Google maps, 2019



Obr. 7 Dům u věže Turnu Rosu, na kterém byla otvorová značka bodu 9420, od které byl zaměřen odbočný nivelační pořad k ZNB, převzato z <https://www.flickr.com/photos/bogdan--denes2001>



Obr. 8 Pravděpodobná poloha ZNB Turnu Rosu, www.mapy.cz, 2019

4. Závěr

Důvodem pro napsání tohoto článku bylo doplnit informace o základech přesných nivelačních měření, provedených v 19. století na území několika současných států ve střední Evropě, zejména pak informace publikované autorem v příspěvku [2]. V prostřední internetu tak vyvolat možnost pro získání nových informací o současném stavu a existenci velmi hodnotných nivelačních bodů, o které je ze stran států, na jejichž teritoriu leží, oprávněně vzorně pečováno. Např. okolo ZNB Lišov bylo v roce 1972 vyhlášeno chráněné území geodetického bodu a v [14] jsou

uvedeny další informace o jeho zaměření a pracích na něm. Ale i zde se údaje liší a jsou bez vysvětlení. Na pilíři je jako datum zřízení uvedeno datum 1889, přičemž bod byl zaměřen v letech 1877 a 1878 [2] a oficiálně je uveden až rok 1890 [1], tedy rok, ve kterém byly do pilíře slavnostně uloženy pamětní listiny. Z textu [13] je převzat obr. 10, který dokumentuje situaci a okolí ZNB Lišov v době jeho zřízení. Současná situace, viz např. [2], je zcela jiná.

Poděkování: Děkuji zaměstnancům Ústředního archivu zeměměřictví a katastru za poskytnutí potřebných podkladů a dokumentů.



9. Turnu Rossu — Vöröstoronyi szoros — Rotherturm Pass.

Obr. 9 ZNB Turnu Rosu v době zřízení, převzato z [13]



4. Lišov — Lischau.

Obr. 10 ZNB Lišov v době zřízení, převzato z [13]

LITERATURA:

- [1] ZEGER, J.: Historische Entwicklung des Präzisionsnivelements in Österreich. ÖZfVuPh 74. Jahrgang/Heft 4, 1986. [online]. Dostupné na: <https://www.ovg.at/de/vgi/files/pdf/4398/>.
- [2] BENEŠ, F.: Základní nivelační body RUVŽÚ z let 1876 až 1890. Geodetický a kartografický obzor 53/95, 2007, č. 1, s. 13–21. [online]. Dostupné na: <https://archivnimapy.cuzk.cz/zemvest/cisla/Rok200701.pdf#page=15>.
- [3] National Report of Slovenia. EUREF 2018 SYMPOSIUM, Amsterdam. [online]. Dostupné na: <http://euref.eu/symposia/2018Amsterdam/05-21-p-Slovenia.pdf>.
Die astronomisch-geodetischen Arbeiten des k. u. k. Militär-Geographischen Institutes in Wien:
- [4] Band VII, 1897. Das Präzisions-Nivellement in der osterr.-ungar. Monarchie. I. Theoretische Grundlagen und Ausführungsbestimmungen.
- [5] Band VIII, 1896. Das Präzisions-Nivellement in der osterr.-ungar. Monarchie. II. Westlicher Theil.
- [6] Band X, 1897. Das Präzisions-Nivellement in der osterr.-ungar. Monarchie. III. Nordostlicher Theil.
- [7] Band XIV, 1899. Das Präzisions-Nivellement in der osterr.-ungar. Monarchie. IV. Südostlicher Theil.
- [8] PEŠTÁK, J.: Historie a současnost základního výškového bodu MOLO SARTORIO. Sborník referátů z konference „Historické mapy“, Bratislava 2005.
- [9] KRUIS, B.: Srovnávací studium nivelačních horizontů ČR a okolních států. Geodetický a kartografický sborník, 1958, s. 28.
- [10] ŘEZNÍČEK, J.: Rozbor výsledků předběžného vyrovnání nivelační sítě UELN2000 v korelaci s geomorfologickým členěním ČR. Geodetický a kartografický obzor 47/89, 2001, č. 3, s. 57–63. [online]. Dostupné na: <https://archivnimapy.cuzk.cz/zemvest/cisla/Rok200103.pdf#page=11>.

- [11] MOJZEŠ, M.-KALAFUT, M.: Vertikální referenční systémy na území Slovenska a ich vzájomné diferencie. Geodetický a kartografický obzor 65/107, 2019, č. 8, s. 177–201. [online]. Dostupné na: http://egako.eu/wp-content/uploads/2019/10/gako_2019_08_mojzes_kalafut.pdf.
- [12] HRABĚ, A.-BENEŠ, F.: Vývoj výškových základů na území České republiky, Zeměměřický úřad Praha, 1997, 28 s.
- [13] BENDEFY, L.: Die Rolle der Urmarken des Präzisionsnivelements des früheren Militargeographischen Instituts zu Wien bei der Feststellung aktueller Krustenbewegungen. Foldtani kozlony-79. kot. 9–12. fuz. 1949, s. 363–393. [online]. Dostupné na: http://epa.oszk.hu/01600/01635/00432/pdf/EPA01635_foldtani_kozlony_1949_79_09-12.pdf.
- [14] PASLER, A.: K historii základního nivelačního bodu Lišov. Geodetický a kartografický obzor 36/78, 1990, č. 7, s. 181–183. [online]. Dostupné na: <https://archivnimapy.cuzk.cz/zemvest/cisla/Rok199007.pdf#page=29>.

Do redakce došlo: 28. 1. 2020

Lektoroval:
Ing. Jan Řezníček, Ph.D.,
Zeměměřický úřad



Pro příští GaKO připravujeme:

BRÁZDIL, K. – PRESSOVÁ, J. – ŠÍMA, J.: Akce ke zpřesnění polohy vybraných objektů Základní báze geografických dat (ZABAGED®)

SEMRÁD, L. – STACHOŇ, Z. – KRČÍČKA, L.: Poruchy barvocitu a mapy pro orientaci